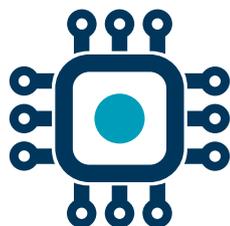




INOVAÇÃO



SABER & FAZER

TELECOMUNICAÇÕES

n.º 12 | dezembro 2014





SABER & FAZER

TELECOMUNICAÇÕES

n.º 12 | dezembro 2014



**Alcino
Lavrador**

Administrador da
PT Inovação

MENSAGEM INSTITUCIONAL

A procura continuada e intensa de acesso à conectividade em qualquer lugar e através de múltiplos dispositivos, continuará a ser o fator determinante na transformação e evolução das redes de telecomunicações atuais, implicando transformações e impactos importantes nos modelos de negócio tradicionais dos fornecedores de serviços de comunicações.

A procura de conectividade tem origem, não só nas pessoas mas, também e cada vez mais, nas máquinas que a digitalização crescente transforma em recetores e destinatários da maior fatia de toda a informação trocada no mundo.

Gerir redes heterogêneas torna-se, assim, uma necessidade de forma a garantir a ubiquidade do acesso e a melhor qualidade de serviço em cada instante. Trata-se de um enorme desafio para os operadores de redes, garantir uma qualidade de serviço transversal e transparente à tecnologia usada para suporte aos serviços. As ferramentas usadas no suporte operacional e de negócio devem ser, desta forma, multi-tecnologia, multiserviço e facilmente adaptáveis para acomodar novos requisitos.

Os novos consumidores, individuais ou empresariais, mais exigentes e sofisticados, apresentam mudanças de comportamento e requisitos que exigem agilidade e flexibilidade do lado da oferta, e antecipação de necessidades.

Os serviços tradicionais *core* perdem continuamente relevância na estrutura de receitas dos operadores, tornando-se determinante encontrar um posicionamento adequado perante esta ameaça, capturando o valor proveniente de novos espaços de oportunidade que se criam pela transformação e evolução tecnológica e pela convergência IT/Telecom.

Os serviços de comunicação, transformados em aplicações, devem ser desacoplados do acesso, permitindo a sua utilização em múltiplos contextos, combinados de diferentes formas e suportados em diferentes plataformas. Neste novo mercado, altamente competitivo, à oferta de preços baixos, equipamentos terminais apelativos e serviços inovadores, deve acrescentar-se fiabilidade, disponibilidade e privacidade.

Com o orçamento disponível dos consumidores de comunicações, cada vez mais partilhado com outros *players*, interessa, por um lado, ocupar o máximo possível das novas cadeias de valor e, por outro, encontrar mecanismos para ganhar eficiência operacional. Fazer os investimentos certos, utilizando racional e inteligentemente os recursos humanos e financeiros disponíveis e cada vez mais escassos, será crucial para desenvolver as novas propostas de valor que possam permitir ganhar a preferência dos clientes e consumidores.

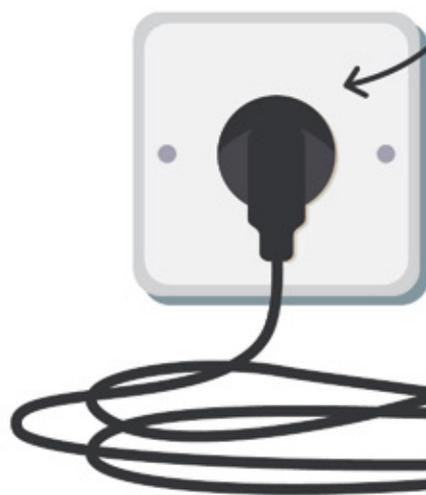
A inovação continuará a ser determinante no sucesso dos operadores de rede e dos fornecedores de serviços de comunicações. Ganhar novos clientes e manter os existentes, depende de uma oferta inovadora e diferenciadora que permita criar a perceção de valor nos consumidores.

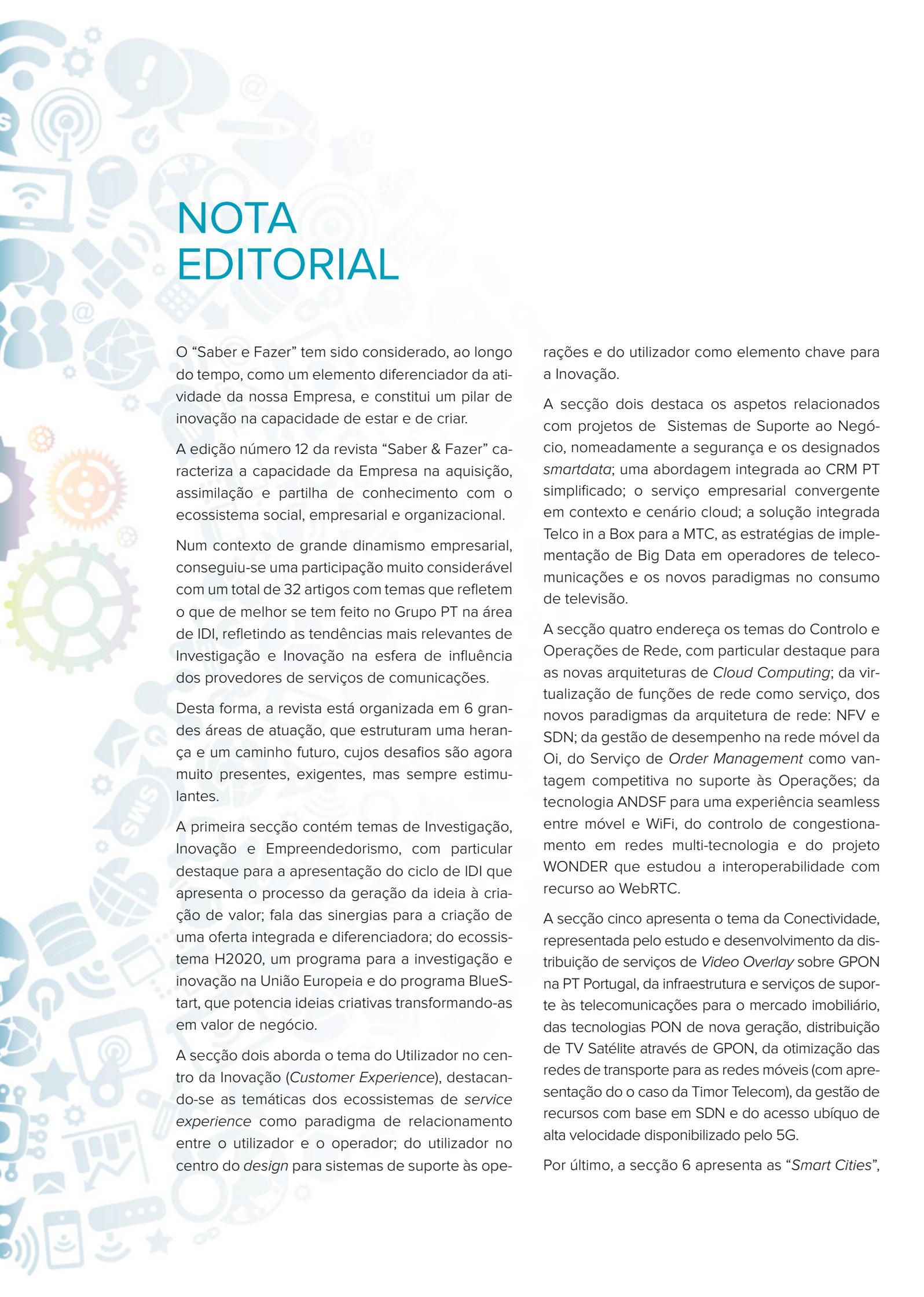
A experimentação, a antecipação de riscos tecnológicos e a partilha por toda a organização do conhecimento adquirido, fazem parte da missão da PT Inovação, como contributo para a antecipação do futuro. Este número da revista Saber & Fazer contém diversos artigos que endereçam múltiplos domínios e são resultado da atividade de Investigação e Desenvolvimento em projetos de Inovação Exploratória e provas de conceito, procurando identificar as principais características e tecnologias que podem suportar uma oferta diferenciada de serviços e com alto valor acrescentado. Contém também casos de estudo que interessa partilhar para que, a partir dos resultados obtidos, se possam tirar ensinamentos para o futuro.

A todos aqueles que tornaram possível a edição de mais este número, clientes e parceiros, com os quais aprendemos continuamente e, sobretudo, aos autores dos artigos, o meu agradecido reconhecimento.



*Inovação a carregar!
Por favor, aguarde...*





NOTA EDITORIAL

O “Saber e Fazer” tem sido considerado, ao longo do tempo, como um elemento diferenciador da atividade da nossa Empresa, e constitui um pilar de inovação na capacidade de estar e de criar.

A edição número 12 da revista “Saber & Fazer” caracteriza a capacidade da Empresa na aquisição, assimilação e partilha de conhecimento com o ecossistema social, empresarial e organizacional.

Num contexto de grande dinamismo empresarial, conseguiu-se uma participação muito considerável com um total de 32 artigos com temas que refletem o que de melhor se tem feito no Grupo PT na área de IDI, refletindo as tendências mais relevantes de Investigação e Inovação na esfera de influência dos provedores de serviços de comunicações.

Desta forma, a revista está organizada em 6 grandes áreas de atuação, que estruturam uma herança e um caminho futuro, cujos desafios são agora muito presentes, exigentes, mas sempre estimulantes.

A primeira secção contém temas de Investigação, Inovação e Empreendedorismo, com particular destaque para a apresentação do ciclo de IDI que apresenta o processo da geração da ideia à criação de valor; fala das sinergias para a criação de uma oferta integrada e diferenciadora; do ecossistema H2020, um programa para a investigação e inovação na União Europeia e do programa BlueStart, que potencia ideias criativas transformando-as em valor de negócio.

A secção dois aborda o tema do Utilizador no centro da Inovação (*Customer Experience*), destacando-se as temáticas dos ecossistemas de *service experience* como paradigma de relacionamento entre o utilizador e o operador; do utilizador no centro do *design* para sistemas de suporte às ope-

rações e do utilizador como elemento chave para a Inovação.

A secção dois destaca os aspetos relacionados com projetos de Sistemas de Suporte ao Negócio, nomeadamente a segurança e os designados *smartdata*; uma abordagem integrada ao CRM PT simplificado; o serviço empresarial convergente em contexto e cenário cloud; a solução integrada Telco in a Box para a MTC, as estratégias de implementação de Big Data em operadores de telecomunicações e os novos paradigmas no consumo de televisão.

A secção quatro endereça os temas do Controlo e Operações de Rede, com particular destaque para as novas arquiteturas de *Cloud Computing*; da virtualização de funções de rede como serviço, dos novos paradigmas da arquitetura de rede: NFV e SDN; da gestão de desempenho na rede móvel da Oi, do Serviço de *Order Management* como vantagem competitiva no suporte às Operações; da tecnologia ANDSF para uma experiência seamless entre móvel e WiFi, do controlo de congestionamento em redes multi-tecnologia e do projeto WONDER que estudou a interoperabilidade com recurso ao WebRTC.

A secção cinco apresenta o tema da Conectividade, representada pelo estudo e desenvolvimento da distribuição de serviços de *Video Overlay* sobre GPON na PT Portugal, da infraestrutura e serviços de suporte às telecomunicações para o mercado imobiliário, das tecnologias PON de nova geração, distribuição de TV Satélite através de GPON, da otimização das redes de transporte para as redes móveis (com apresentação do caso da Timor Telecom), da gestão de recursos com base em SDN e do acesso ubíquo de alta velocidade disponibilizado pelo 5G.

Por último, a secção 6 apresenta as “*Smart Cities*”,

ÍNDICE

com particular destaque para a arquitetura de um ecossistema M2M, a *framework* NSCL em contexto M2M e o seu processo de interoperabilidade e o designado *Motion Capture* para um conjunto de aplicações aplicações *eHealth* e *well being*.

Resta-nos agradecer à equipa de edição e suporte que se empenhou arduamente para que esta publicação fosse possível, com particular destaque para a Inês Oliveira, pelo enquadramento e foco da sua equipa de Dinamização da Inovação neste objetivo, para a Marta Pinto, pela revisão e coordenação da edição final de todos os artigos, para a Raquel Nogueira, pela coordenação de todo o processo de seleção e aquisição com as empresas Gráficas e para toda a equipa de edição e artes gráficas finais: Cátia Pinto, Joana Quintela, Vânia Carvalho e Sara Marques.

Um agradecimento muito especial a todos os autores e revisores técnicos pela sua disponibilidade para a produção e revisão dos artigos propostos, com a qualidade exigida numa publicação desta natureza. A sua dedicação e o seu conhecimento são a base da criação e da inovação para o futuro da nossa organização, ou seja, a base do “Saber & Fazer” que nos caracteriza.

01 Inovação, Investigação e Desenvolvimento
[9-48]

02 Customer Experience
[49-84]

03 Suporte ao Negócio
[85-128]

04 Engenharia e Operações de Rede
[129-194]

05 Conectividade
[195-252]

06 Smart Cities
[253-276]



Pedro Carvalho

Arnaldo Santos



Inovação 100% carregada!
Iniciar partilha de
conhecimento...





01 | Inovação, Investigação e Empreendedorismo



- 01** | Ciclo de IDI: da geração da ideia à criação de valor *[pp. 11-18]*
- 02** | Partilha de experiências em projetos de Inovação Exploratória e Planeada *[pp. 19-24]*
- 03** | Ecosistema H2020: programa para a investigação e inovação na União Europeia *[pp. 25-30]*
- 04** | Programa Blue Start: tudo começa com uma ideia *[pp. 31-36]*
- 05** | Radar Tecnológico *[pp. 37-48]*

01

CICLO DE IDI: DA GERAÇÃO DA IDEIA À CRIAÇÃO DE VALOR



Cristina João Pires
(PT Inovação)



Inês Oliveira
(PT Inovação)



Isilda Costa
(PT Inovação)



Luís Miguel Silva
(PT Inovação)



Pedro Carvalho
(PT Inovação)



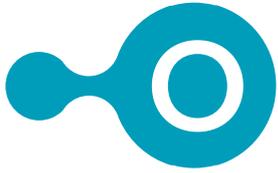
Arnaldo Santos
(PT Inovação)

RESUMO

O mercado globalizado atual cria desafios cada vez mais complexos e dinâmicos, num contexto de mudança rápida. Para garantir a continuidade de um negócio sustentável, as empresas têm de provocar constantes ondas de mudança interna e adaptação. A inovação tem sido, para muitas, o foco de atenção no caminho para esta concretização, evidenciando-se como a vantagem competitiva que garante diferenciação continuada e, conseqüentemente, sucesso no negócio. Os sistemas de Gestão de IDI (Investigação, Desenvolvimento e Inovação) assumem, neste contexto, um papel determinante. Este artigo descreve como se materializa na PT Inovação a gestão de IDI.

PALAVRAS-CHAVE

Ciclo de Inovação, Gestão do Sistema de IDI, Dinamização de Inovação, Cooperação, Interfaces, Projetos em Colaboração, Direitos de Autor, Desenhos ou Modelos, Patentes, Marcas, Concorrência Desleal, *Open innovation*, *Crowdsourcing*



1. Introdução

O mercado globalizado atual cria desafios cada vez mais complexos e dinâmicos, num contexto de mudança rápida. Para garantir a continuidade de um negócio sustentável, as empresas têm de provocar constantes ondas de mudança interna e adaptação. A inovação tem sido, para muitas, o foco de atenção no caminho para esta concretização, evidenciando-se como a vantagem competitiva que garante diferenciação continuada e, conseqüentemente, o sucesso no negócio.

Para que as iniciativas de IDI (Investigação, Desenvolvimento e Inovação), dentro de uma organização de média ou grande dimensão, resultem num conjunto de atividades alinhadas, coerentes e com resultados mensuráveis, os especialistas recomendam vivamente a implementação de um sistema de gestão da IDI nas organizações de dimensão considerável [1].

Com base numa **perspetiva financeira**, um sistema de gestão de IDI (SG-IDI) garante uma maior probabilidade de concretização de produtos e serviços inovadores, em linha com os níveis de risco e investimento previstos, contribuindo assim para uma maior capitalização dos investimentos em produtos e serviços e para a conseqüente sustentabilidade da empresa. **Para o mercado** e, conseqüentemente, para o Cliente, procura-se notoriedade, conhecimento setorial e maximização das oportunidades de negócio. Numa **perspetiva organizacional**, uma empresa reconhecidamente inovadora é mais atraente e motivadora para o trabalhador, conseguindo captar e manter os melhores recursos e manter e transferir o conhecimento tácito.

Se o conceito de **investigação** está mais associado à descoberta de novos conhecimentos ou a uma melhor compreensão dos existentes, no âmbito científico e tecnológico, a inovação considera a aplicação deste conhecimento para garantir diferenciação na oferta de uma empresa e geração de valor para o mercado. O **desenvolvimento** surge como o conjunto de atividades sistemáticas efetuadas com base no conhecimento gerado pela investigação, com o objetivo de criar novos materiais, produtos, serviços, modelos de negócio, inovações de marketing ou organizacionais [2].

Este artigo reflete o conceito de IDI, apresenta a norma Portuguesa de Gestão da IDI, NP4457, e descreve os modelos que esta propõe na implementação de um sistema de gestão da IDI. Aborda ainda a materialização do ciclo de IDI adotado pela PT Inovação, as ferramen-

tas e metodologias que o suportam e os resultados alcançados e termina com uma análise dos caminhos atualmente mais promissores na gestão e dinamização da inovação dentro das organizações.

2. Ciclo de vida da inovação

“Uma das razões pelas quais a inovação muitas vezes parece falhar a promessa realizada é que muitos produtos e serviços são apresentados com muito alarido e expectativas no que respeita a atrair clientes. Muitas vezes essas expectativas estão erradas. Isso não significa que o produto ou serviço seja inadequado ou que a sua necessidade não exista.” (Jeffrey Phillips)

A inovação parte da nossa capacidade de observarmos as pessoas e de as analisarmos segundo a sua perspetiva e não a nossa. A Inovação é uma questão de negócio. É a comercialização de uma ideia ou processo. É simplesmente algo que introduz uma mudança significativamente positiva para o seu consumidor [3].

O ciclo de vida da inovação define, na sua essência, os cinco estados necessários para transportar um conceito da ideia para um produto/serviço final materializável no mercado: ideia, investigação e desenvolvimento, produção, distribuição e benefícios.

A materialização deste ciclo, e a sua sistematização a longo prazo no mundo corporativo, requer uma atenção permanente sobre as três interfaces definidas pela norma NP4457 (Requisitos do Sistema de Gestão de IDI), que estabelecem uma fronteira de competências onde circula e se transfere o conhecimento economicamente produtivo entre a atividade inovadora e o seu ambiente. São elas (i) a interface que considera o **mercado**, as necessidades, os valores e as preferências; (ii) a interface que considera a **tecnologia** e os conhecimentos científicos e tecnológicos existentes; (iii) e a interface que considera a **organização** propriamente dita e os conhecimentos organizacionais existentes. A monitoria destas três interfaces é essencial para uma gestão eficaz da inovação, uma vez que estas alicerçam a capacidade empresarial necessária ao desenvolvimento dos projetos de inovação e geram a sua ligação ao corpo de conhecimentos existentes ou à criação de novos conhecimentos nos domínios requeridos, permitindo assim a transformação do conhecimento em aplicações úteis nos mercados e valorizadas nas sociedades [1].

A inovação resulta de uma cadeia de interações entre as competências nucleares da empresa inovadora e

as competências que caracterizam os agentes da sua envolvente económica. O processo tem normalmente início numa perspetiva de mercado potencial. As atividades de vigilância, previsão, cooperação tecnológica, estímulo da criatividade interna, a capacidade de organização, a gestão do conhecimento, a análise dos clientes, a análise interna e externa ou a gestão da propriedade intelectual permitem o surgimento de **ideias** para satisfazer novas necessidades do mercado, para melhorar produtos ou processos, para melhorar a organização da empresa ou para melhor comercializar os produtos e chegar aos clientes e consumidores finais [1].

As ideias viáveis - tecnológica e economicamente - são selecionadas, de acordo com critérios definidos pela empresa, e dão origem aos projetos de inovação [1].

O processo de inovação continua até à comercialização ou implementação do seu resultado final, que pode ser uma inovação de produto, de processo, de marketing ou organizacional, ou uma combinação de vários tipos de inovação.

3. Articulação da inovação na organização

A PT Inovação promove a inovação através da incorporação do ciclo de inovação, anteriormente referido, no dia-a-dia da organização e da sua materialização em iniciativas, projetos e momentos de interação concretos.

Consideram-se três fases fundamentais para garantir que existe uma atenção permanente ao ambiente externo que rodeia a organização e à própria forma de articulação interna. São elas:

1) Inspirar

- Estimular uma cultura de inovação em todas as atividades desenvolvidas;
- Apoiar as áreas de negócio na valorização dos seus produtos/serviços/processos;
- Identificar e difundir metodologias e ferramentas de inovação;
- Coordenar o alinhamento da componente criativa com a estratégia da empresa;
- Coordenar e medir o ciclo de vida criativo, da geração da ideia, à criação de valor.

2) Interagir e comprometer

- Criar e coordenar oportunidades de cooperação com o Ecossistema de Inovação, nomeadamente Universidades e Instituições de IDI;
- Conduzir eventos que promovam e fomentem os comportamentos inovadores;
- Comprometer peritos e *stakeholders* chave na

concretização de soluções.

3) Concretizar e Monitorar

- Monitorar e medir o estado da inovação, internamente e como se expressa para o exterior;
- Promover e manter o processo de Inovação;
- Suportar uma transferência de conhecimento sustentada a médio/longo prazo, para dentro das *Business Units* (BUs) da Empresa;
- Medir a criação de valor - o impacto e retorno do investimento em IDI.

3.1. Dinamização da inovação

O grupo de dinamização de inovação da PT Inovação pretende fomentar a criação de uma cultura interna de inovação, em todas as suas dimensões, sensibilizando a empresa para o facto de todos os colaboradores terem um papel ativo e fundamental na inovação. Estes objetivos concretizam-se através de um conjunto de iniciativas que envolvem equipas mistas das BUs (*Business Units*) da empresa.

Este grupo é constituído por uma equipa dedicada de coordenação e colaboradores representantes de todas as BUs, criando-se assim uma rede de cooperação transversal.

O futuro não está algures à espera de ser descoberto... é preciso trabalhar para o construir...

As ferramentas e metodologias utilizadas podem ser transferidas para o trabalho do dia-a-dia e assim potenciar a inovação, de forma incremental ou disruptiva, seja em projetos específicos de produto e serviços, em iniciativas transversais à empresa ou em momentos de experimentação pontuais. O impacto deste trabalho produz resultados na execução de processos, na interação das equipas, nos produtos e serviços da empresa.

Uma cultura de inovação requer uma cooperação interna fortalecida. Isto é mais do que um fortalecimento das relações interpessoais, e requer um reforço no entendimento entre o que os outros fazem e a criação de *loops* de *feedback* para expor os colaboradores às consequências das suas ações.

A dinamização de inovação pretende fomentar a criação de redes de cooperação. Fortificam-se, assim, os elos de ligação entre a estrutura interna da empresa, a oferta para o mercado e a experiência do cliente, interfaces que caracterizam uma empresa inovadora.

Como metodologias de trabalho divulgadas e utilizadas na PT Inovação salientam-se o *Design Thinking*, *Con-*

textual Design, Customer-Centered Innovation Map, sistematização da pesquisa, Business Model Canvas e Ten Types of Innovation. As ferramentas incluem a **Caixa de Ideias**, repositório de ideias de organização e processos e de produtos e serviços vocacionadas para implementações possíveis na PT Inovação; o **Livre para Inovar**, iniciativa que visa incentivar os colaboradores da empresa a apresentarem e concretizarem ideias que não tenham origem nos canais do fluxo de trabalho habitual; e o **Toolkit de Inovação**, que coloca à disposição dos colaboradores da PT Inovação um conjunto de ferramentas que podem ser usadas no trabalho do dia-a-dia, de acordo com as necessidades do projeto e com as circunstâncias do momento.

Estas metodologias e ferramentas são utilizadas no sentido de criar condições para responder eficazmente a questões que permitem avaliar o valor acrescentado de uma empresa num mercado competitivo, nomeadamente:

- Como criamos produtos e serviços com valor para o mercado?
- Como amplificamos o valor de uma oferta?
- Como nos organizamos no nosso trabalho?
- Como nos interligamos para criar valor?

Com base nestas preocupações e no sentido de fortalecer a cultura interna de inovação, têm sido trabalhadas, ao longo dos anos, iniciativas que promovem o envolvimento de todos os colaboradores no processo de inovação, com o intuito de alcançar a adoção das metodologias propostas. Dessas destacamos:

A **Tarde de Inovação** constitui um exemplo de aplicação transversal do **Design Thinking**. Este foi um momento de reflexão que envolveu toda a empresa, em que se conjugou a aprendizagem de algumas técnicas desta metodologia, a familiarização com a dinâmica e as etapas de um processo criativo, a prática do processo de criação coletiva, a assimilação das linhas orientadoras do Rotas (Roteiro Tecnológico) e o aumento da motivação para a produção de novidade. Têm ainda tido lugar projetos com as diferentes áreas de negócio, que envolvem diferentes metodologias. Na área de especificação e análise de requisitos, o **Contextual Design** tem tido um papel de relevo. Esta metodologia é utilizada, essencialmente, para integrar nos produtos e serviços tudo aquilo que o utilizador mais valoriza e para evitar o dispêndio de esforço no desenvolvimento de funcionalidades que não vão de encontro às reais necessidades do utilizador final.

O **Solvett** representa uma proposta de organização de

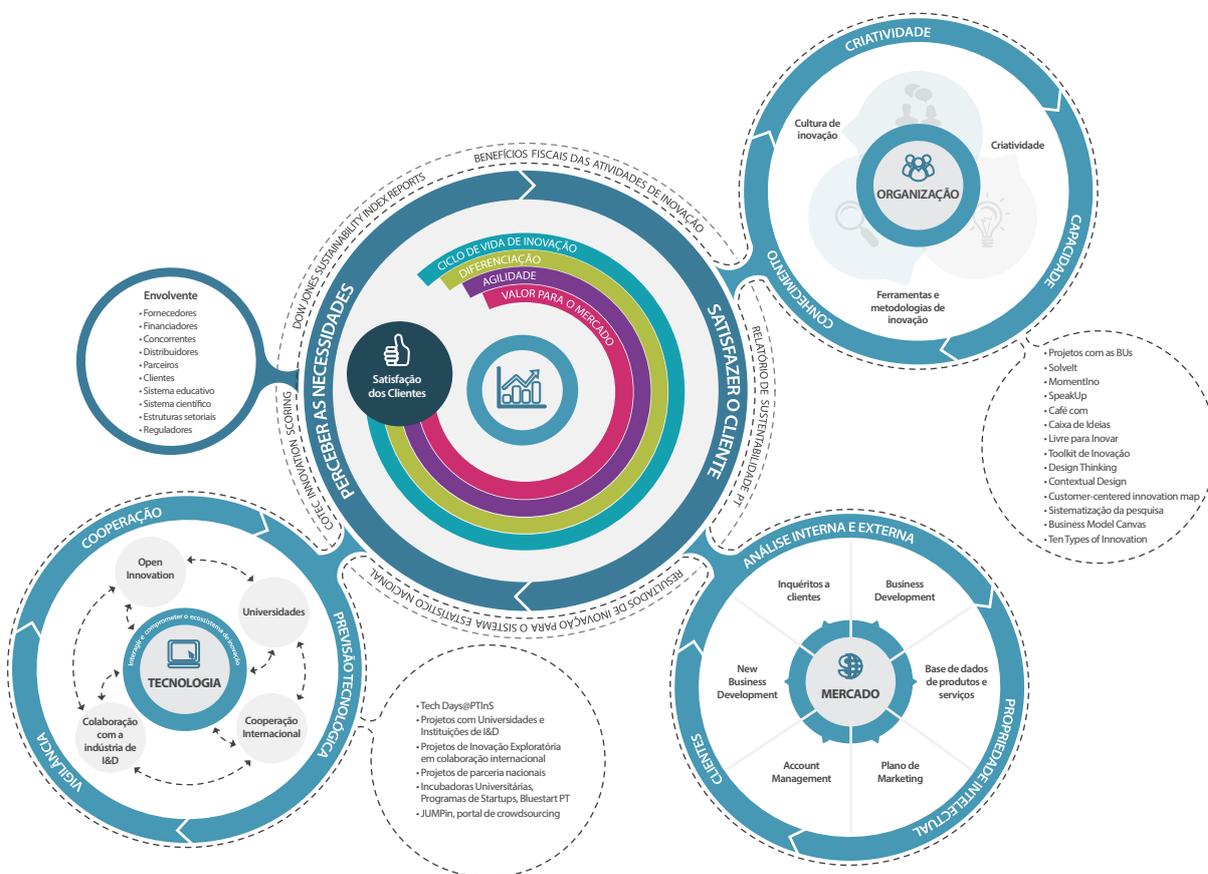


Figura 1 - Modelo de inovação

sessões de inovação que se desenrolam em *workshops* onde os colaboradores se debruçam sobre um desafio.

Os **SpeakUp** são sessões internas em equipa para partilha de conhecimento. Representam momentos para apresentação de um tema, num período temporal limitado e uma oportunidade de melhorar a comunicação e de aprender com os pares, uma vez que é obtido *feedback* logo após a apresentação.

O **TechDay@PTIn** é uma iniciativa mensal que promove a divulgação interna e externa de produtos e projetos que representam inovações nas suas áreas. O seu objetivo é a partilha de conhecimento tecnológico entre cada BU da PT Inovação e uma rede de parceiros e fornecedores do ecossistema tecnológico do qual a empresa faz parte. Como resultados podem surgir novas oportunidades de negócios em parceria e o fortalecimento da rede de contactos.

Finalmente, para fomentar o **networking** interno, proporciona-se ainda um momento informal, com periodicidade mensal, tema aberto e duração de 30 minutos, de partilha de experiências pessoais, denominado “**Café com**”.

3.2. Projetos em colaboração

O Plano de Inovação da organização integra três tipos de projeto: projetos com entidades do sistema Científico e Tecnológico nacional; projetos de parceria nacionais e internacionais; e projetos de inovação internos à organização. Este plano inclui a aquisição de conhecimento, a experimentação em áreas de IDI mais exploratórias e a transferência interna de conhecimento, por forma a dotar a empresa das competências necessárias para a evolução dos seus produtos e serviços, bem como a criação de novos.

Nos projetos de inovação exploratória em colaboração internacional, destacam-se os projetos financiados pelos programas Quadro da UE (FP7 - Investigação e Desenvolvimento Tecnológico e Demonstração e CIP - Competitividade e Inovação com foco na Operacionalização das Tecnologias de Informação e Comunicação, ambos em fase de conclusão, e H2020 - novo programa Quadro da UE para 2014-2020) e os projetos desenvolvidos no âmbito da Rede pan-Europeia de Inovação - Eureka/Celtic.

Por outro lado, os projetos em parceria nacional são financiados no âmbito do programa QREN (Quadro de Referência Estratégica Nacional) 2012-2014. Finalmente, os projetos com Universidades e Instituições de IDI nacionais sustentam projetos de menor dimensão, que incluem as diferentes entidades académicas nacionais, e são financiados pela PT Inovação, em estreito alinhamento com as necessidades de geração de conhecimento para as linhas de produtos e soluções das BUs da PT Inovação.

No âmbito dos projetos de inovação exploratória têm sido abordadas áreas *core* e outras consideradas de interesse, nomeadamente infraestrutura, plataformas, *cloud*, *media*, sistemas de suporte às operações e ao negócio, *smart cities*, *big data*, segurança, saúde, *persona* e produtividade.

3.3. Crowdsourcing

Para além da abertura da empresa ao exterior através de parcerias com a comunidade académica e científica, existem comunidades individuais e corporativas externas à PT Inovação que importa envolver, e às quais se tem dado relevo de forma crescente, aplicando o paradigma designado de **Open Innovation**.

Open Innovation resulta da utilização intencional de fluxos de conhecimento internos e externos para acelerar a inovação e expandir os mercados. Assume-se que as empresas podem e devem usar em simultâneo conhecimento externo e interno no decorrer da evolução da sua tecnologia. Esse conhecimento pode ter origem em empresas estabelecidas, novas empresas que surjam no mercado ou na comunidade em geral.

O conjunto de pessoas externo a uma empresa está a tornar-se o parceiro de inovação de eleição. Como exemplos, a Apple, no sentido de impulsionar o seu crescimento através da criação de *apps* e *podcasts* que melhoram os seus produtos, virou-se para utilizadores e desenvolvedores distribuídos por todo o mundo; Biólogos da Universidade de Washington usam grupos de contribuidores externos para mapear a estrutura de um vírus relacionado com a SIDA que detém a atenção do mundo académico e da indústria há mais de 15 anos [4]; a Lego foi das primeiras Empresas a ficar famosa no domínio do *crowdsourcing*, ao lançar a plataforma “cuusoo” (lego.cuusoo.com), na qual a comunidade Internet propõe, seleciona e vota nas suas figuras favoritas. As figuras mais votadas são produzidas e enviadas para as lojas, sendo os utilizadores da plataforma avisados ao longo do processo e recebendo o “dono da ideia” uma recompensa de 1% sobre as vendas do novo produto.

Apesar da lista crescente de casos de sucesso, a utilização eficaz da “**crowd**” (“o mundo fora da empresa”) não se estende a muitas empresas. Levantam-se algumas questões que tornam os gestores cautelosos: como pode uma empresa proteger a sua propriedade intelectual? A integração de uma solução ou componentes externos não trará muitos problemas (evolução, manutenção, entre outros)? Que custo acarreta? Que risco acarreta? Que potencial retorno dá? Como ter a certeza que se irá obter uma solução adequada? A verdade é que mesmo que se opte por não tirar partido da “**crowd**”, a concorrência irá fazê-lo, ganhando vantagens competitivas. A colaboração externa estende as capacidades de uma empresa, pelo que o *crowdsourcing* deve ser

encarado como mais uma ferramenta organizacional para a resolução de problemas e desafios internos.

O **Jumpin** (www.jumpin.pt) é uma iniciativa da PT Inovação baseada no conceito de *crowdsourcing* que tem como principal objetivo a criação de uma interface com o exterior que permita captar o *know-how* e a criatividade externa. Um desafio pode basear-se num problema ou numa necessidade da empresa que possa ser suprida com a ajuda da comunidade.

Em Portugal, o Jumpin tem colaborações com representação em praticamente todos os distritos e conta com mais de 400 utilizadores registados, provenientes dos mais variados países do mundo.

O Jumpin apresenta como principais vantagens: (i) alargar a capacidade tecnológica da empresa, aproveitando o *know-how* e a criatividade externa, para resolução de problemas e para a identificação de novos produtos ou serviços inovadores; (ii) a oportunidade para expor a organização a novas ideias e processos, que a façam questionar e assim avançar; (iii) criar uma interface com o exterior para potenciais novos colaboradores e parceiros.

3.4. Apoio ao empreendedorismo

São bem conhecidos os casos de empresas de alta tecnologia que surgiram de ideias inovadoras que rapidamente foram financiadas e transformadas em produtos e lançadas no mercado global, através de processos de apoio a *startups* de elevado potencial. Como exemplo bem conhecido, a empresa “Facebook Inc.”, a partir de um investimento inicial de um financiador em 2004 (o Business Angel Peter Thiel investiu 500.000 US\$) valia em 9 de setembro de 2014 mais de 200 mil milhões de US\$, segundo a Bloomberg. Por este motivo, são cada vez mais os departamentos de IDI de grandes empresas que recorrem ao mecanismo de *spin-off* para criarem empresas pequenas e ágeis, com equipas mistas internas e externas, as quais exploram rapidamente e com elevada capacidade de foco, ideias de elevado potencial de inovação e de negócio. Caso a ideia tenha sucesso, será devidamente explorada por uma empresa de pequena ou média dimensão (PME), com toda a flexibilidade e dinamismo que uma grande empresa não sustenta.

Atualmente existe um consenso generalizado de que as PME são o principal motor das economias Europeias, faltando-lhes, no entanto, capacidade interna de IDI, o que dificulta a sua capacidade de gerar conhecimento transformável em valor de mercado através de um processo de IDI. No sentido de minimizar estas dificuldades, o programa quadro H2020 da UE introduz um mecanismo dedicado ao apoio a projetos de inovação das SME Europeias (produtos, serviços, processos), disponibilizando cerca de 3.000M€ no período entre 2014 e 2020.

Nos seus projetos de Inovação Exploratória, o grupo PT

preocupa-se em garantir que as melhores ideias e o conhecimento que resultam dos projetos têm condições para atingir o mercado, através dos mecanismos de incubadoras empresariais geridas pelas entidades académicas, dos programas industriais de *startups* (como é o caso da *Startup Minho*) e através do seu próprio programa de apoio a *startups*, a PT BlueStart, que desde o seu arranque já apoiou com consultoria estratégica e tecnológica e financiou direta ou indiretamente mais de 50 empresas *startup*.

3.5. Propriedade intelectual

É universalmente reconhecida a necessidade de gerir o direito de propriedade dos indivíduos e das organizações sobre as suas criações como forma de promoção da inovação e de disseminação e aplicação dos resultados obtidos, em prol do desenvolvimento económico e social. Com efeito, os direitos de propriedade intelectual são bens valorizáveis e transacionáveis, e representam uma fatia considerável e crescente do valor de mercado de uma empresa (por comparação com os bens tangíveis).

A proteção dos bens intelectuais, como forma de garantir a adequada e segura exploração dos mesmos e o retorno económico desejado, é uma preocupação que deve estar presente em todo o ciclo de inovação.

A **propriedade intelectual** abrange todas as criações humanas (bens intelectuais), protegidas pela via dos direitos de autor (direitos que protegem as criações do espírito exteriorizadas sob a forma de expressão literária, artística e científica) e dos direitos de propriedade industrial (direitos que protegem os sinais distintivos do comércio e as invenções e criações estéticas com aplicação industrial através de títulos como as marcas, patentes, modelos de utilidade, desenhos ou modelos).

Bens	Proteção
Obras literárias, científicas ou artísticas (livros, <i>software</i> , quadros, filmes, ...)	Direito de Autor
Design	Desenho ou Modelo
Invenções	Patente
Designações para identificação de produtos ou serviços	Marcas
Segredos comerciais	Concorrência desleal

A proteção dos bens intelectuais, como forma de garantir a adequada e segura exploração dos mesmos e o retorno económico desejado, é uma preocupação que

deve estar presente em todo o ciclo de inovação.

Em 2013, foi publicado internamente o “Guião de Inovação” (atualmente designado de “*Toolkit* de Inovação” da PT Inovação), sendo neste sublinhada a importância que deve ser dada à atividade e estratégia de proteção no contexto de um projeto (como atividade paralela ao processo criativo e de desenvolvimento), bem como os mecanismos legais e institucionais disponíveis. Este documento pretende sintetizar conceitos e princípios fundamentais de propriedade intelectual dos quais os colaboradores poderão lançar mão ao longo do projeto e que permitem, por exemplo, identificar qual a forma de proteção adequada face às características dos resultados: patente, desenho ou modelo, *open source*, segredo... Com efeito, nem toda a inovação é passível de proteção legal atendendo às exigências que deve cumprir. Como exemplo, só podem ser objeto de proteção por patente as invenções novas¹, que impliquem atividade inventiva² e sejam suscetíveis de aplicação industrial.

Os dois primeiros requisitos são de difícil satisfação e é fundamental que sejam averiguados e salvaguardados desde o início:

- Pela via de pesquisas ao estado da técnica (por exemplo recorrendo a bases de dados de patentes), verificar se existem já resultados protegidos de outras entidades (o que inviabilizaria quer a novidade, quer a atividade inventiva);
- Pela manutenção da confidencialidade dos resultados enquanto não é efetuado o pedido de patente (garantindo a novidade da invenção).

Adicionalmente, a proteção acarreta custos (tanto maiores quanto mais alargado for o âmbito e a duração da proteção), pelo que se impõe uma análise económica da inovação em causa, tendo em consideração o potencial de exploração (direta, licenciamento ou venda definitiva) e os mercados a endereçar. Não existindo uma patente mundial e sim patentes nacionais e regionais, com os custos de pedido e de manutenção associados, é fundamental definir a estratégia de comercialização. Não basta ser titular de um significativo portefólio de patentes e marcas para que uma empresa seja mais valiosa. É fundamental que estes direitos sejam controlados e explorados por forma a gerarem receitas.

A preocupação com a propriedade intelectual não existe só nos projetos internos. Nos projetos em colaboração,

seja no âmbito da relação com entidades do sistema científico nacional, seja no contexto de programas de financiamento externo (QREN, FP7, e agora também o programa H2020) em virtude do carácter colaborativo, é essencial contratualizar à partida normas que permitam uma gestão equilibrada e justa de produção e proteção e dos resultados do projeto. São particularmente relevantes os seguintes aspetos:

- Identificação (e valorização) inequívoca de direitos de propriedade intelectual pré-existentes (resultados introduzidos no projeto pelos parceiros e relativamente aos quais a titularidade dos direitos não deve ser afetada);
- Regime de titularidade dos direitos sobre os resultados do projeto. Como regra, estes serão propriedade do parceiro que os desenvolveu, podendo ainda estar em regime de compropriedade quando mais do que um parceiro contribua de forma significativa para o resultado;
- O plano de proteção e exploração subsequente dos resultados.

Estes aspetos são discutidos e negociados na fase de elaboração das propostas e, posteriormente, acautelados e regulados pela via contratual.

4. Resultados

A relação de *networking* estabelecida e fortalecida ao longo dos anos com o mundo académico e parceiros nacionais e internacionais tem tido um impacto muito relevante no fortalecimento das interfaces de transferência de conhecimento economicamente produtivo, nomeadamente no que diz respeito à tecnologia e aos conhecimentos científicos e tecnológicos existentes. Exemplo é a relação de mais de 40 anos que a PT Inovação mantém com a Universidade de Aveiro e que foi objeto de destaque nacional através da premiação com o estatuto de caso exemplar de cooperação UNIV-EMPR pela COTEC Portugal, em 2013. Ao longo deste período as instituições foram crescendo de forma sustentada, tendo reforçado competências e conhecimentos em áreas de interesse comum. O resultado desta cooperação traduz-se no sucesso da investigação aplicada associado ao sucesso comercial de alguns produtos e na capacidade de participação em projetos de programas de apoio ao IDI.

O resultado consolidado do Grupo PT no índice internacional Dow Jones Sustainability Index de 2014, que premeia a gestão de inovação com a distinção de *best practice* internacional, é um exemplo do reconhecimento internacional do processo de inovação interno.

1 A invenção é considerada nova quando não esteja compreendida no estado da técnica, isto é quando não seja conhecida, não tenha nunca sido utilizada ou realizada, constituindo um avanço relativamente ao que já existe.

2 Implica atividade inventiva a invenção que não decorra de forma óbvia do estado da técnica para um perito naquela área tecnológica. Se embora nova for possível a um especialista chegar aquela solução com o que já existe, a invenção não é patenteável.

Numa vertente tecnológica interna, reforçada por diferentes projetos de investigação, as linhas de desenvolvimento GPON (*Gigabit Passive Optical Networks*) evidenciam-se pela importância estratégica na implementação de uma rede de fibra ótica até à casa do cliente. O **ONT** (*Optical Network Terminal*) foi reconhecido com o Prémio Produto Inovação da COTEC Portugal, em 2012. O produto **MEO** por seu lado, tendo nascido e crescido junto de vários projetos de IDI, tornou-se mesmo uma referência mundial na área do IP-TV e é uma referência incontornável nas ofertas *n-play* em Portugal.

A atenção às necessidades, valores e preferências de mercado é associada à dinâmica funcional da organização. A vertente criativa e multidisciplinar incutida nos projetos trabalhados na Dinamização de Inovação promove cooperação interna à empresa, bem como um foco crescente no consumidor e utilizador na vertente da aproximação às suas reais necessidades. Como resultado desta organização e interação resulta uma maior aproximação e envolvimento do consumidor, com incremento de capacitação para a gestão de expectativas na resposta às suas necessidades e solicitações. Isto traduz-se também na otimização de processos com consequente redução de esforço na implementação das soluções que vão de encontro quer ao desejo expresso, quer àquele que não é verbalizado por não ser claro ou percecionável pelo utilizador. É exemplo disso a reformulação do produto ACM-CPT. O *Campaign Performance Tracking* (CPT) do **ACM** (*Active Campaign Management*) é o componente do produto ACM responsável por acompanhar a evolução das campanhas promocionais geridas pelo mesmo, bem como o desempenho dos indicadores de negócio produzidos pelos clientes que estão inseridos nestas campanhas.

Na vertente do reconhecimento interno, realça-se a atribuição mais recente de vários prémios Open Awards,

iniciativa do Grupo PT para reconhecimento da inovação interna. Foi o caso da Plataforma de Gravações Automáticas do MEO, o **OLT** (*Optical Line Termination*) com *RF Overlay*, o MEO Interativo, bem como o **ONT** (*Optical Network Termination*).

A cooperação da PT Inovação com a *crowd* tem revelado resultados satisfatórios, com potencialidade de crescimento. Desde o lançamento do Jumpin, foram publicados 13 desafios contextualizados nas áreas de atuação da PT Inovação, com diferentes graus de complexidade. No total, foram obtidas 32 respostas, na sua maioria de elevada qualidade.

O valor gerado nestas três interfaces (tecnológica, mercado e organização) faz sentir-se na criação de valor para o mercado e com relevo para a sociedade. A forma mais evidente de validar estes resultados consiste no reconhecimento por índices nacionais e internacionais de inovação. É exemplo o resultado consolidado do Grupo PT no índice internacional *Dow Jones Sustainability Index* de 2014, que premeia a gestão de inovação com a distinção de *best practice* internacional.

É devido aos resultados que se têm observado ao longo dos anos que se mantém a necessidade e vontade de manutenção de uma política de inovação na PT Inovação. Esta política, necessariamente adaptada à evolução dos tempos, materializa-se através da Dinamização de Inovação e dos projetos de parceria estabelecidos com diferentes entidades no mundo académico e corporativo, nacionais e internacionais, bem como, de forma crescente, do contacto com a *crowd* e aproximação a *start-ups*. A força de inovação da PT Inovação, muito aliada à capacidade interna de saber e fazer, crescerá de uma capacidade de adaptação às exigências tecnológicas, às necessidades de mercado e da adaptação da empresa a modelos de cooperação interna e com o exterior.

Referências

- [1] Gestão da investigação, desenvolvimento e inovação (IDI) [Recurso electrónico] : requisitos do sistema de gestão da IDI = *Gestion de la recherche, développement et innovation (RDI) : exigences du système de gestion de la RDI = Management of research, development and innovation (RDI) : management system requirements of RDI* / IPQ. - Dados textuais. - Lisboa : IPQ, 2007. - 15 p. : il. - (Norma portuguesa NP ; 4457:2007).
- [2] Sistema de gestão da Investigação, Desenvolvimento e Inovação (IDI): ferramenta para a implementação/ Centro Tecnológico do Calçado de Portugal (CTCP). - São João da Madeira : CTCP, 2012.
- [3] *The Myths of Innovation* / Scott Berkun. - Beijing ; Sebastopol, CA : O'Reilly, 2007.
- [4] BOUDREAU, Kevin J. ; LAKHANI, Karim R. - *Using the Crowd as an Innovation Partner* [Em linha]. [S.l.]: Harvard Business Review, April 2013. [Consult. 19 Agost. 2014]. Disponível em WWW:<URL: <http://hbr.org/2013/04/using-the-crowd-as-an-innovation-partner/ar/1>.

02

PARTILHA DE EXPERIÊNCIAS EM PROJETOS DE INOVAÇÃO EXPLORATÓRIA E PLANEADA



Nuno Silva
(PT Inovação)



Rodrigo Penalva
(Oi)



Leonardo Gadelha
(Oi)



Daniel Laper
(Oi)



João Paulo Firmeza
(PT Inovação)



Pedro Carvalho
(PT Inovação)



Mariana Rabaçal
(SAPO)



António Cruz
(SAPO)

RESUMO

Este artigo descreve a experiência partilhada em projetos de inovação exploratória e inovação planeada. Na vertente exploratória, destacam-se as áreas de trabalho nos projetos “Terminal de Uso Público Multifuncional”, IoTest, NG-PON2, SOCIETIES, T-NOVA, LeanBigData, OSSaS e WONDER@OPEN Lab. Na vertente de inovação planeada, identificam-se as áreas de *Rich Communication Services* (“Oi Fale Fácil e RCS/Joyn”), a área de *Service Brokering* (“*Service Delivery Broker*”), a seleção automática de conectividade de acordo com o contexto de rede (“*My Connect*”) e na área de “*My Contents Everywhere*” (“Oi Cloud”).

PALAVRAS-CHAVE

Open, Inova, Oi Fale Fácil, VoIP, Oi Fala Aí, *Rich Communication Suite* (RCS), *Service Delivery Broker* (SDB), MyConnect, Oi Cloud, TUP Multifuncional, H2020



1. Introdução

o segundo trimestre de 2014, foi decidida a criação de um Fórum para sinergias regulares de Inovação, com os objetivos de dar a conhecer as competências existentes, os produtos e serviços já lançados (ou prontos para lançamento) e que possam ser adaptados e lançados nos mercados em que não existem. Adicionalmente, pretende-se que este tema sirva como ponto focal de discussão de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), entre os centros de P&D e os responsáveis pelos segmentos de negócio, como forma de identificar oportunidades de lançamento de novos produtos e serviços. Esse Fórum foi designado de “Fórum de Novos Produtos e Serviços”.

Como base de trabalho do referido Fórum, foram identificados e propostos os temas de interesse para o mesmo, classificados em temas de Inovação Planeada (curto prazo - menos de um ano) e Inovação Exploratória (médio prazo – dois a três anos).

Em particular, e numa perspetiva de Inovação Planeada, foram identificadas várias áreas, nomeadamente projetos nas áreas de *Rich Communication Services* (projeto “Oi Fale Fácil e RCS/Joyn”), área de *Service Brokering* (projeto “*Service Delivery Broker*”), na seleção automática de conectividade de acordo com o contexto de rede (projeto “*My Connect*”) e na área de “*My Contents Everywhere*” (projeto “*Oi Cloud*”).

Numa vertente de mais longo prazo, ou de Inovação Exploratória, identificam-se essencialmente várias áreas de interesse, concretizadas através de vários projetos, como por exemplo, Terminal de Uso Público (TUP) Multifuncional, IoTTest, NG-PON2, SOCIETIES, T-NOVA, Lean-BigData, OSSaS e WONDER@OPEN Lab, entre outros.

2. Descrição do estado da arte

A criação de um Fórum permanente e regular para **dinamizar a interação entre as duas empresas** tem como objetivos principais:

- 1) Levar ao conhecimento das áreas as competências de desenvolvimento e os **Produtos e Serviços (P&S) que existem** em cada uma das empresas;
- 2) Promover a **troca de informações de P&S existentes** que possam ser adaptados e lançados nos mercados onde não existam;
- 3) Promover discussões de **P&S em investigação**

nos centros de Inovação com os segmentos de mercado.

Os temas serão sugeridos pelos Diretores das áreas responsáveis pelo Fórum (Oi, SAPO e PT Inovação), que estarão alinhados com as áreas de Mercado (Segmentos).

O Fórum será dividido em temas de Curto Prazo (Planeados) e de Longo Prazo (Exploratórios), com programas de inovação do lado da Oi e da PT.

A organização dos temas dos Fóruns será feita baseada no roadmap definido nas Fábricas Planeadas e Exploratórias do programa Open (PT) e Inova (Oi).

O Programa “Inova” da Oi é estruturado em três Fábricas de inovação. A Fábrica Incremental tem como objetivo fomentar e desenvolver a cultura de inovação nos processos do dia a dia da Oi (foco no curto prazo). A Fábrica Planeada tem como objetivo desenvolver projetos para implementar produtos, serviços e processos inovadores na Oi (foco no médio prazo). Já a Fábrica Exploratória tem como objetivo avaliar e definir posicionamento em novas tendências, tecnologias e modelos de negócio que possam ser implementados no longo prazo (dois a três anos).

Com o Programa Inova, a Oi investiu cerca de R\$ 18.000.000,00 em projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em parceria com ICTs (Instituto de Ciência e Tecnologia) e pequenas empresas.

Na PT, há um enfoque claro na Investigação, Desenvolvimento e Inovação (IDI), com a Inovação Planeada e a Inovação Exploratória a representar cerca de 38% do CAPEX+OPEX da empresa.

Visando atingir os seus objetivos de inovação, em 2014, a Oi intensificou o processo de prospeção de serviços inovadores e desenvolveu atividades de inovação, pesquisa e desenvolvimento, fomentando o seu Ecossistema de Inovação por meio do Programa Inova, investindo cerca de R\$ 18.000.000,00 em projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em parceria com ICTs (Instituto de Ciência e Tecnologia) e pequenas empresas, e indo além, alinhado com o conceito de inovação aberta.

Por seu lado a PT, na área da Inovação Exploratória, aposta forte nas candidaturas de projectos ao próximo programa quadro da União Europeia 2014-2020, o H2020.

3. Projetos de inovação planeada

Identificam-se, seguidamente, os vários projetos de Inovação Planeada.

A Inovação Planeada tem como objetivo desenvolver projetos para implementar produtos, serviços e processos inovadores (foco no médio prazo, até um ano).

3.1. “Oi Fale Fácil”

O “Oi Fale Fácil” é uma aplicação VoIP que permite aos clientes da Oi originar chamadas usando o seu número fixo, correndo em terminais Android ou iPhone, podendo o *download* ser feito nas App Stores.

Tendo como alvo o segmento pessoal, são elegíveis ao serviço clientes dos planos Oi Fixo Ilimitado e Oi Conta Total, devendo autenticar-se na aplicação com o *login*/senha da “Minha Oi”.

Na fase inicial, o serviço é disponibilizado para a área local do Rio de Janeiro, prevendo-se expansão para outras regiões do Brasil.

Do ponto de vista funcional, para além de permitir originar chamadas, consultar a lista de contactos e a lista de chamadas efetuadas/realizadas, o serviço irá evoluir para permitir que o utilizador possa também receber chamadas destinadas ao número fixo.

O serviço corre sobre um SIP Application Server monta-

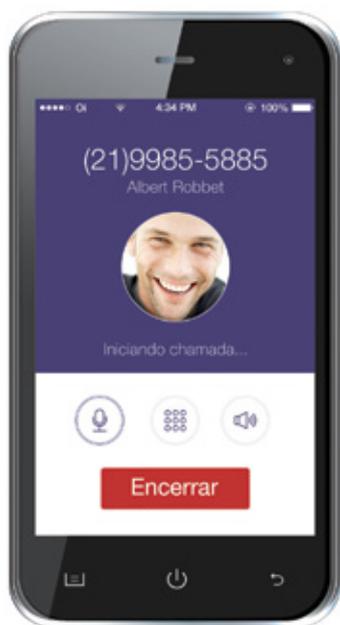


Figura 1 - App VoIP “Oi Fale Fácil”

do sobre uma rede NGN (*Next Generation Network*), estando previsto de futuro o *setup* do serviço sobre uma rede IMS (*IP Multimedia Subsystem*).

3.2. “Oi Fala Ai”

O “Oi Fala Ai” é uma aplicação que permite funcionalidades de troca de mensagens instantâneas individuais ou em grupo, partilha de imagens e vídeos, presença, transferência de arquivos e partilha de contactos, entre outros.

Alinhado com o *standard Rich Communication Suite* (RCS) do GSMA, o “Oi Fala Ai” permite ao utilizador aceder a um conjunto de funcionalidades inovadoras de comunicação “ricas” a partir do seu *smartphone* Android ou iPhone.

Numa fase inicial o serviço “Oi Fala Ai” vai funcionar num ambiente puramente OTT (All-IP) sem integração com a rede legada de voz, sendo feita a integração com a plataforma de SMSs da Oi, para efeitos de autenticação do utilizador.



Figura 2 - App Joyn (RCS) para o serviço “Oi Fala Ai”

3.3. Service Delivery Broker

À medida que cresce a procura de experiências baseadas em todo o tipo de dispositivos, as empresas procuram abordagens que possibilitem a reutilização do esforço de desenvolvimento, agilizando o negócio, a produção e a gestão de aplicações e serviços, de forma segura e eficiente.

O *Service Delivery Broker* (SDB¹) sustenta o paradigma

1 <http://sdb.sapo.pt/>

da Orientação a Serviços nas empresas, viabilizando benefícios concretos para todas as empresas que disponibilizam aplicações e serviços: TI, comunicações, *media*, banca, seguros, saúde, ginásios, entre outros.

Especificamente, o SDB:

- Agiliza o desenho e desenvolvimento de serviços heterogêneos em ambientes multiplataforma e multicanal, reduzindo drasticamente o tempo e esforço de lançamento de produtos e serviços inovadores;
- Disponibiliza suporte avançado à gestão *end-to-end* do ciclo de vida de aplicações, serviços e produtos baseados em APIs, permitindo SLAs rigorosos com base em monitorização inteligente sobre uma infraestrutura *cloud multi-tenant* de alta disponibilidade;
- Garante a interoperabilidade tecnológica e a independência face a fabricantes através da conformidade e alinhamento com *standards* e boas práticas (ITIL, TM Forum, OASIS, W3C, IETF).



Figura 3 - Marketplace de APIs do SAPO, powered by SDB

Na Oi, o SDB foi recentemente instalado (maio de 2014), estando neste momento a decorrer a publicação de APIs da Oi Internet, de Identidade e Gestão de Acessos, da área VAS e das aplicações dos parceiros Oi. A curto prazo, o objetivo é que o SDB Oi permita obter no Brasil benefícios semelhantes aos que atualmente são disponibilizados na PT.

3.4. MyConnect

A Oi e a MEO destacam-se nos mercados em que atuam por disponibilizarem ofertas mais completas, e isso não é diferente para a oferta de dados, onde comercializamos banda larga fixa, banda larga móvel em diversas tecnologias (2G, 3G, 4G), além da rede Oi Wi-Fi.

O MyConnect tem por objetivo ser uma solução simples e convergente para ajudar o cliente a ligar-se a qualquer rede de dados da Oi.

A solução contempla a integração de indicadores de qualidade de serviço com plataformas de Rede e uma plataforma para gerir campanhas direcionadas aos utilizadores da solução.

Na primeira fase do projeto será lançado comercialmente a *app* Discador Oi para *desktop*, direcionada para clientes Oi banda larga móvel de *mini-modems*.



Figura 4 - App Discador Oi

3.5. Oi Cloud

Para assegurar o acesso a conteúdos em qualquer lugar e de forma rápida e segura, a Oi lançará em 2015 o Oi Cloud, um serviço de gestão de ficheiros. Com o Oi Cloud, a Oi trará para o Brasil uma adaptação do MEO Cloud, disponível hoje na MEO. Os pilares principais do serviço são:

- **Segurança** – todos os ficheiros encontram-se em segurança e com múltiplas cópias para garantir que nada se perde;
- **Simplicidade** – toda a interface foi desenhada de forma a que seja intuitiva para todos;
- **Ubiquidade** – é possível aceder a todos os ficheiros, a partir de qualquer dispositivo, independentemente do local onde se esteja. Possui versões *web*, *desktop* e *smartphone*.

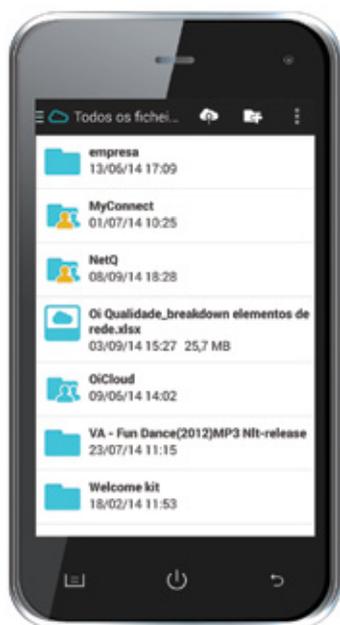


Figura 5 - Aplicativo MEO Cloud

4. Projetos de inovação exploratória

Em termos de metodologia para identificar as áreas de inovação exploratória, considera-se importante receber os *inputs* de vários quadrantes, como por exemplo o posicionamento dos operadores internacionais neste setor, as tendências de programas europeus (H2020), a visão de peritos e fornecedores internacionais, bem como as áreas de trabalho das principais universidades parceiras. Com base nestes *inputs*, é possível identificar as grandes tendências no meio envolvente que podem condicionar o posicionamento futuro.

Após a validação das áreas prioritárias de Inovação Exploratória, segue-se a criação do *roadmap* de Inovação Exploratória e o Fórum de Acompanhamento de Iniciativas. Com o *roadmap* pretende-se mapear as iniciativas de IDI com as necessidades da empresa, enquanto o Fórum de Acompanhamento permite uma visão clara das iniciativas de IDI, com uma coordenação e alinhamento dessas iniciativas, permitindo manter um *roadmap* atualizado.

Após a validação das áreas prioritárias de inovação Exploratória, segue-se a criação do *roadmap* de Inovação Exploratória e o Fórum de Acompanhamento de Iniciativas.

No âmbito do programa Open, a Oi definiu, em conjunto com a PT, as seguintes áreas prioritárias de Inovação Exploratória, com foco no consumidor e nos produtos:

Service Platforms (cloud), Internet of Things, Entertainment, Digital Agents, Digital Persona, New Work Forms, Digital Empowerment, New Interaction Paradigms, Consumer Labs, Green Tech & Bio Tech. Neste contexto, estão a decorrer os seguintes projetos:

- **Health:** projetos IoTest, Beyond Silos, Smart Care, Clockwork, Tele-R, SIG-DC e ALL4ALL;
- **Persona:** projetos SOCIETIES, UCN E Padrões;
- **Productivity:** projetos FITMAN, CaaS e U&A4DT;
- **Big Data:** projetos Coherent Paas, LeanBigData, AppsforEurope e UP-Alto;
- **Media:** projetos WONDER@OPEN Lab, VCONNECT, GAPOTT/NOTTS, TVPulse, SocialTVPlus e InMERSE;
- **Security:** projeto Smartie;
- **Smart Cities:** projetos BESOS, APOLLO, CarCoDe e EnergyM2M2;
- **Cloud:** projetos MCN, Cloud Catalyst, MO-BISS, CloudAnchor, OSSaS, GPaaS2, OSSaS-CAR2 e T-NOVA;
- **Infrastructure:** projetos SODALES, ADEL, Green-T, PANORAMAIL e NG-PON2.

No caso da Oi foi identificado um projeto na área de Inovação Exploratória (Novo TUP Multifuncional), que se descreve de seguida.

4.1. Novo TUP (Terminal de Uso Público) Multifuncional

O desenvolvimento e testes de campo do Novo Telefone de Uso Público versão Multifuncional (TUP-MF) é um dos projetos da Oi na linha da Inovação Exploratória.

A solução TUP-MF será integrada com tecnologia NFC/RFID e serviço gerível de banda larga Wi-Fi. Também faz parte do projeto a prospeção de uma plataforma evolutiva de última geração que utilize novos meios de acesso e suporte a serviços inovadores comuns à telefonia pública.

A solução TUP-MF apresentará três modos de transmissão de falhas integradas ao aparelho: dois modos serão enviados por rede fixa e um modo por rede móvel. As novas formas de transmissão de alarmes associadas e a nova eletrónica melhorarão o desempenho do sistema de supervisão, aumentando a confiabilidade dos serviços e permitindo a melhoria dos indicadores Anatel.

A inclusão do módulo Wi-Fi de baixo custo no TUP-MF será uma inovação tecnológica que permitirá a integração digital e oferta de novos serviços. Estimulará a utilização das multifuncionalidades do TUP-MF e potencializará a criação de novos modelos de negócios pela operadora.

O projeto prevê o desenvolvimento de um conceito mecânico diferenciado, de baixo custo, visando minimizar a incidência de falhas e aumentar a facilidade operacional em campo. O projeto contempla a confecção de lote piloto do TUP-MF, o que inclui o acompanhamento em campo para validação técnica do produto conceptual para qualificar a transferência tecnológica para a indústria.

Como evolução natural do TUP-MF, o projeto tem como objetivo adicional a proposta de uma plataforma flexível e configurável capaz de absorver as constantes evoluções das Tecnologias de Informação e Telecomunicações (TICs).

Entre as principais inovações do projeto de desenvolvimento do TUP-MF pode-se citar:

- Validação da tecnologia NFC como meio alternativo de pagamento e alternativa viável para oferta de novos serviços através da telefonia pública;
- Novo conceito mecânico de baixo custo, que permite uma forte redução de custos operacionais e de manutenção da planta;
- Desenvolvimento de fonte de energia remota de baixo custo, permitindo a alimentação do módulo Wi-Fi, respeitando as normas de segurança e os critérios de homologação aplicáveis;
- Validação e integração da tecnologia GPRS ao TUP-MF como meio de supervisão alternativo visando trazer maior disponibilidade e confiabilidade ao serviço;
- Desenvolvimento e validação de solução de baixo custo de módulo Wi-Fi com modem integrado, com gerenciamento baseado em TR069 e *soft* GRE. A solução cria facilidades de conectividade de forma transparente, que automatizam o processo de autenticação do utilizador e permite uma adequada oferta de serviços de banda larga através de dispositivos de telefonia pública;
- Criação de base tecnológica de referência que

norteiem e catalisem o desenvolvimento e uso de novas aplicações e produtos inovadores em ambientes públicos.

5. Conclusões

A interação entre as duas empresas revelou-se uma mais valia de parte a parte, sendo um autêntico veículo mobilizador para o estímulo da inovação e criatividade entre as duas geografias.

Verifica-se que o alinhamento das áreas de Inovação Planeada e Exploratória entre as duas empresas permite replicar e reutilizar soluções inovadoras desenvolvidas pelas duas Empresas, conseguindo-se assim grandes sinergias de custos e melhor agilidade e *Time-to-Market*.

A experiência obtida até à presente data permite-nos pois perspetivar um ganho elevado para ambas as empresas com este tipo de colaboração, capaz de promover uma sinergia efetiva entre os colaboradores das empresas nas áreas da Inovação Planeada e Exploratória, não esquecendo as devidas adaptações dos produtos e serviços de acordo com a realidade de cada mercado e de cada segmento de negócio.

6. Equipas de projeto

As equipas dos projetos apresentados neste artigo incluem um conjunto de colaboradores, nomeadamente:

- Projetos “Oi Fale Fácil” e “Oi Fala Aí”: Nuno Silva (PT Inovação), Daniel Laper (Oi);
- Projeto *Service Delivery Broker*: António Cruz (PT SAPO);
- Projeto MyConnect: Miguel Santos e Herlander Santos (PT Inovação), Rodrigo Penalva (Oi);
- Projeto Oi Cloud: Mariana Rabaçal (SAPO), Rodrigo Penalva (Oi).

03

ECOSSISTEMA H2020: PROGRAMA PARA A INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO NA UNIÃO EUROPEIA



Telma Mota
(PT Inovação)



Marta Vicente Pinto
(PT Inovação)



Raul Bordalo
Junqueiro
(PT Inovação)

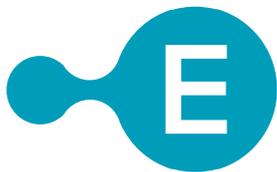
RESUMO

Em 2014, inicia-se um novo ciclo nos programas da Comissão Europeia para a Inovação e Competitividade: o Horizonte 2020 (H2020). Este programa organiza-se em três pilares: Excelência Científica; Liderança Industrial; Desafios Sociais. Com um orçamento de mais de 70 000 milhões de Euros (valor macro de referência), os três pilares do H2020 irão focar-se no financiamento de novos micro e nano componentes em sistemas eletrónicos, *photonics*, robótica, próxima geração de computação, Internet do futuro e das coisas, infraestruturas de investigação, tecnologias emergentes, transportes verdes, integrados e inteligentes, alterações demográficas e bem-estar, bio economia, energia segura eficiente e limpa, sociedades inclusivas e seguras e uma novíssima área de financiamento de risco elevado (*venture capital*).

A Portugal Telecom participou ativamente na discussão do Horizonte 2020 e para os próximos seis anos é expectável que a empresa invista em projetos estratégicos de investigação, desenvolvimento e Inovação (ID) de qualidade cofinanciados por este programa, com garantia de resultados de sucesso, alavancados em processos internos de alinhamento tecnológico e de negócio, que permitam responder às expectativas da sociedade, aceder ou criar as tecnologias disruptivas que irão equipar o quotidiano do futuro e conquistar novos mercados e clientes, reforçando a atual presença no Mundo e a sustentabilidade futura do negócio.

PALAVRAS-CHAVE

Financiamento, Inovação, Investigação, H2020, Europa, Processo



1. Introdução

Em 2014, inicia-se um novo ciclo nos programas da Comissão Europeia para a Inovação e Competitividade, o Horizonte 2020 (H2020). Este programa surge num momento crítico da Europa, que vê a sua liderança tecnológica desafiada por novas latitudes, com os países BRICS¹ a terem cada vez mais capacidade e condições para a Inovação. Muitas vezes seguidora dos EUA e do Japão na implementação de tecnologias de vanguarda, a Europa aprendeu nos últimos anos que a competitividade e a inovação não são opcionais e são as melhores ferramentas para recuperar de crises económicas e garantir o crescimento de uma sociedade estável.

Este novo programa quadro materializa a Estratégia para a Europa 2020², que pretende, até essa data, conduzir o continente à liderança mundial na tecnologia e indústria de excelência. Esta agenda visionária vai além das intenções da Estratégia de Lisboa e estabelece metas concretas e mensuráveis:

- **Investigação e Desenvolvimento** - atingir um mínimo de investimento em inovação equivalente a 3% do PIB de cada estado-membro;
- **Emprego** - chegar a taxas de empregabilidade da população ativa acima dos 75%;
- **Ambiente e Energia** - reduzir as emissões de carbono em 20%; incremento de 20% no uso eficiente da energia; e produção de 20% da energia a partir de fontes renováveis;
- **Educação** - reduzir as taxas de desistência para menos de 10%; conseguir que, pelo menos, 40% da população até 40 anos tenha educação superior;
- **Pobreza e exclusão social** - reduzir em 20 milhões o número de europeus em situação de pobreza e / ou exclusão social.

Com objetivos tão exigentes, a União Europeia decidiu atribuir tarefas a um conjunto de iniciativas (*Flagship Initiatives*³) divididas em três temas de suporte ao crescimento: Inteligente (*Smart Growth*), Sustentável

(*Sustainable Growth*) e de Inclusão (*Inclusive Growth*), cujo fim último é concretizar estas metas, envolvendo todos os interlocutores.

Estas iniciativas de referência enquadram as oportunidades propostas no programa de trabalho do H2020. Uma dessas iniciativas é precisamente a União da Inovação⁴ (enquadrada no tema *Smart Growth*), que estará totalmente dedicada a dirigir as competências da União Europeia em matéria de Investigação e Desenvolvimento no sentido de resolver os principais e mais fraturantes desafios sociais. Com conhecimento acumulado por décadas de programas quadro e ferramentas complexas de financiamento à inovação e competitividade, a Comissão Europeia simplificou radicalmente a metodologia usada: o H2020 assenta num só programa com regras únicas e transversais para todas as *calls*. Foi desenhado pelos vários intervenientes no Ecosistema de Inovação e orientado para os reais desafios e tendências da sociedade atual.

As prioridades estratégicas da iniciativa Europe 2020 focam-se na construção de um mercado único estruturalmente robusto, eficiente, amigo do ambiente e da sociedade, baseado no conhecimento e na inovação. No programa H2020, estas metas são desdobradas em três pilares: Excelência Científica; Liderança Industrial; Desafios Sociais.

Com um orçamento de mais de 70 000 milhões de Euros⁵ (valor macro de referência), os três pilares do H2020 irão focar-se no financiamento de novos micro e nano componentes em sistemas eletrónicos, *photonics*, robótica, próxima geração de computação, Internet do futuro e das coisas, infraestruturas de investigação, tecnologias emergentes, transportes verdes, integrados e inteligentes, alterações demográficas e bem-estar, bio economia, energia segura eficiente e limpa, sociedades inclusivas e seguras.

No novo Horizonte 2020, e pela primeira vez, a União Europeia aproxima investigação e sociedade, estabelecendo que investigação e desenvolvimento de excelência é aquela que traz benefícios (valor) para a sociedade e para os mercados, afastando-se de conceitos mais exploratórios de investigação pelo mero benefício

1 Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul.

2 Estratégia Europa 2020: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:EN:PDF>

3 Para saber mais sobre as *Flagship Initiatives*: http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/flagship-initiatives/index_en.htm

4 *Innovation Union*: http://ec.europa.eu/research/innovation-union/index_en.cfm

5 *Complete Guide for H2020*: http://rtdi.eu/images/documents/Guia_Completa_H2020/Guide_H2020_English/RTDI%20-%20H2020%20Complete%20Guide%20-%20Contents%20Index.pdf

científico/produção intelectual sem aplicabilidade prática nos problemas concretos do Mundo. O H2020 fica a meio caminho entre os conceitos de inovação aplicados no último programa quadro (FP7) e no programa CIP (programa para a competitividade e inovação que decorreu em simultâneo com o FP7): desenvolver tecnologias disruptivas, mas que acrescentem valor ao quotidiano das pessoas e conduzam o mercado europeu à liderança tecnológica.

Em termos de disponibilidade orçamental para a área das TIC (Tecnologias de Informação e da Comunicação), o H2020 representa oportunidades de financiamento 46% superiores às disponibilizadas pelo anterior programa quadro (FP7), o que revela a importância estratégica deste setor no planeamento do futuro da Europa. A Comissão Europeia acredita que, através das TIC, é possível iniciar um ciclo virtuoso onde a utilização criativa das novas tecnologias nos processos, produtos e serviços resulta num maior e mais sustentado crescimento, emprego, bem-estar e ainda num maior valor para a indústria, empresas e governos.

No H2020 surge uma linha de financiamento inovadora denominada por InnovFin. A InnovFin - Finanças da UE para Inovadores - é o instrumento sob o qual a UE promove uma série de produtos de *debt* e *equity* e serviços de consultoria, com a finalidade de dar um impulso eficaz para a disponibilidade de financiamento, para as atividades de investigação e inovação na Europa. Este programa dará garantias e acesso facilitado a intermediários que financiem PMEs para direcionar empréstimos a empresas – apoiando desta forma projetos de IDI de pequena e grande dimensão na UE e países associados ao programa Horizonte 2020⁶.

2. H2020: enquadramento na realidade da Portugal Telecom

Para garantir a sustentabilidade da sua liderança no longo prazo, a Portugal Telecom faz parte de um Ecossistema de Inovação, contando com equipas internas dedicadas à inovação exploratória e uma variedade de parceiros que ajudam a produzir soluções de vanguarda. A metodologia de gestão da inovação utilizada garante a alocação diversificada do capital nas várias fases da inovação, assim como o controlo e a monitorização dos resultados.

O esforço de construção de um Ecossistema de Inovação robusto implica que a empresa mantenha parcerias estratégicas com fornecedores, universidades, institutos de investigação, parceiros, clientes, colaboradores, *startups*, Estado, Comissão Europeia e outros agentes ligados aos processos de IDI (Investigação,

Desenvolvimento e Inovação). O financiamento das atividades desenvolvidas por esta rede de inovadores é feito não só com recursos próprios, através da criação de condições para a investigação e desenvolvimento, mas também recorrendo a fundos de investimento nacionais e internacionais. O cofinanciamento das atividades de IDI é essencial para uma melhor gestão do risco dos investimentos em projetos de inovação, sobretudo nos de maior duração.

É com este objetivo que a Portugal Telecom recorre, com alguma frequência, aos fundos de apoio à inovação disponibilizados tanto pelo Estado Português como pela Comissão Europeia, Banco Mundial, entre outros organismos internacionais. Para materializar a importância do financiamento à inovação no Grupo PT, é necessário destacar que entre 2007 e 2013, a PT Inovação foi a empresa portuguesa que mais fundos captou para investimento em inovação no âmbito do 7º Programa Quadro da Comissão Europeia⁷, num total superior a 6 milhões de Euros, sendo apenas superada por três dos principais institutos de investigação em Portugal (Instituto de Telecomunicações, com um total de 10 milhões de Euros, o INESC e Instituto Superior Técnico, ambos com pouco mais de 7 milhões de Euros financiados). Já a nível nacional, destaque para a construção do *Data Center* da Covilhã, recorrendo ao programa nacional QREN.

Para uma gestão integrada da Inovação, a empresa conta com mecanismos (e.g. Rotas e Planos estratégicos de evolução dos produtos) que permitem alinhar e conjugar os interesses internos com as necessidades da sociedade, do mercado, dos restantes *stakeholders* do Ecossistema de Inovação e ainda com os fundos disponíveis para financiamento. Este alinhamento é essencial para otimizar a utilização dos recursos que estão disponíveis (humanos, de conhecimento e materiais), manter a coerência do ecossistema e ainda reduzir o risco associado aos projetos.

É desta gestão integrada que resulta verdadeiramente a inovação para a Portugal Telecom: criação de valor no futuro através do investimento presente na investigação e desenvolvimento dos produtos, serviços e processos inovadores que irão sustentar a competitividade, liderança e genericamente o negócio da empresa nos tempos vindouros.

Hoje, a Portugal Telecom tem preparado um plano estratégico dinâmico para selecionar as oportunidades que a médio prazo serão objeto de trabalho inovador por parte da empresa no seio do Ecossistema de Inovação em que participa. Para tal, a Portugal Telecom participou na discussão do principal instrumento de financiamento à inovação disponível para a indústria na Europa, o

⁶ <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/access-risk-finance>

⁷ Relatório Europeu sobre a *performance* de Portugal no tema de TIC do FP7: https://ec.europa.eu/digital-agenda/sites/digital-agenda/files/PT_FP7.pdf

Horizonte 2020 e relativamente a todas as opções estratégicas garantiu a coerência com as principais tendências tecnológicas e de mercado. A empresa participa com regularidade nos principais fóruns de debate da Inovação, quer em Portugal, por exemplo com intervenções regulares no TICE⁸, COTEC⁹, como no estrangeiro, participando em alguns grupos de trabalho (NetWorld2020 ETP, 5G PPP, ETNO) e organismos de normalização¹⁰.

Para os próximos seis anos, é expectável que a empresa siga o modelo (já validado) de investir apenas em projetos estratégicos e de qualidade, com resultados de sucesso que permitam responder às expectativas da sociedade, aceder ou criar as tecnologias disruptivas que irão equipar o quotidiano do futuro e conquistar novos mercados e clientes, reforçando a atual presença no mercado.

As principais vantagens da participação nestes programas podem ser resumidas da seguinte forma (Figura 1).



Figura 1 - Vantagens de participação em programas de inovação

8 <http://tice.pt/home.aspx>

9 <http://www.cotecportugal.pt/>

10 <http://www.etsi.org/>, <http://www.homegatewayinitiative.org/>

3. PT Inovação - motor tecnológico

A PT Inovação tem no seu “ADN” as áreas de desenvolvimento tecnológico que funcionam como motor de inovação e consolidam a empresa como “Fábrica Tecnológica” da PT. Esta responsabilidade comporta um conjunto de processos internos, que pretendem realizar a renovação e realimentação do negócio tecnológico da PT, utilizando fundos comunitários, nacionais e as parcerias estratégicas existentes com Universidades, entidades de investigação, fornecedores e clientes.

Os instrumentos de trabalho em IDI proporcionados pelas parcerias estratégicas da PT Inovação são os que se apresentam na Figura 2.



Figura 2 - Instrumentos de financiamento de projetos de inovação

O âmbito dos projetos de investigação, desenvolvimento e inovação da PT Inovação está situado em diferentes vertentes, consoante a tendência tecnológica e o orientação do negócio.

A inovação exploratória pode enquadrar-se em diferentes horizontes estratégicos, tal como pode ser observado na Figura 3.

A participação nos programas comunitários, nomeadamente no H2020, tem por objetivo garantir o financiamento dos projetos decorrentes do *roadmap* de Inovação da PT, assegurando simultaneamente o alinhamento com as melhores práticas europeias e a evolução dos produtos, garantindo o acesso a novos mercados.

Neste contexto, torna-se crítico perceber em detalhe o ecossistema da investigação e inovação proporcionado pelo H2020 e como a PT Inovação se posiciona, tendo em conta as tendências tecnológicas e as necessidades emergentes do negócio.

Em primeiro lugar importa explicar o processo, que tem

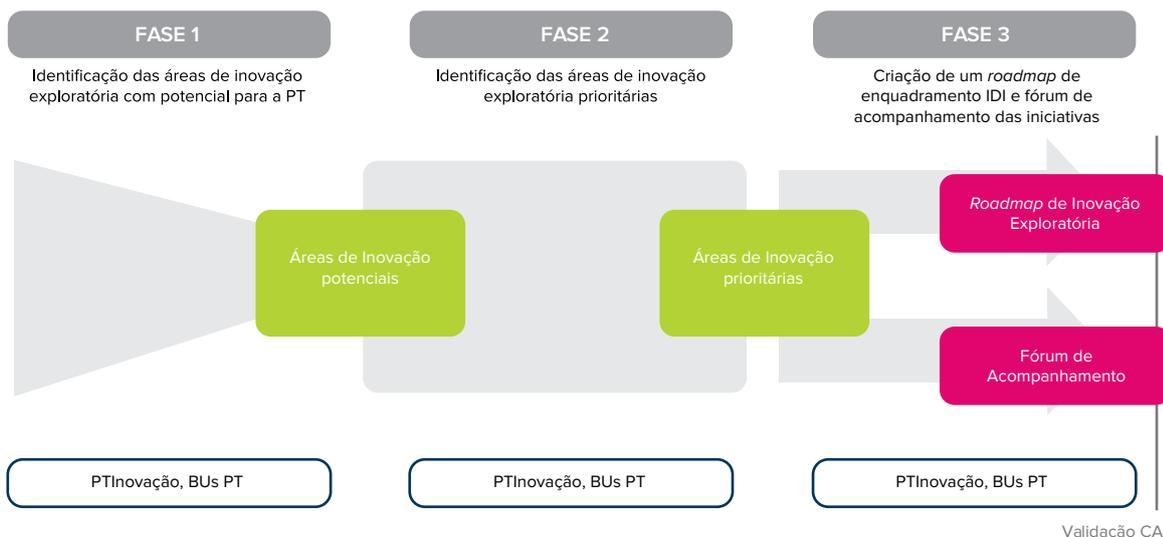


Figura 3 - Enquadramento da inovação exploratória

como resultado final o *match* de oportunidades com a *framework* do H2020.

A metodologia macro do processo de inovação exploratória resume-se a três fases principais (Figura 4).

- **Fase 1: Identificação das áreas de inovação exploratória com potencial para a PT**

Fase que envolve trabalho de pesquisa das grandes tendências tecnológicas que podem definir, em horizonte de risco de longo prazo, o negócio tecnológico do grupo PT. Essas potenciais áreas de inovação da PT terão como *inputs*: posicionamento de operadores internacionais, as tendências expostas pelo documento de trabalho do H2020, visão de peritos e fornecedores nacionais e internacionais, áreas de *roadmap* PT (médio prazo), agenda digital do estado Português. Os principais *outputs* serão a

identificação das grandes tendências no meio envolvente que podem condicionar o posicionamento futuro do grupo PT e a identificação das potenciais áreas de inovação.

- **Fase 2: Identificação das áreas de inovação prioritárias**

Fase que envolve um trabalho de priorização das áreas de inovação potenciais em áreas mais concretas ou prioritárias, que contam, na sua definição, com a estratégia futura do negócio e a percepção das valências internas, bem como com os *inputs* das iniciativas em curso na PT e dos produtos internos PT Inovação com mais potencial de evolução e de negócio.

- **Fase 3: Definição de *roadmap* de oportunidades e enquadramento de iniciativas de IDI e fórum de acompanhamento**

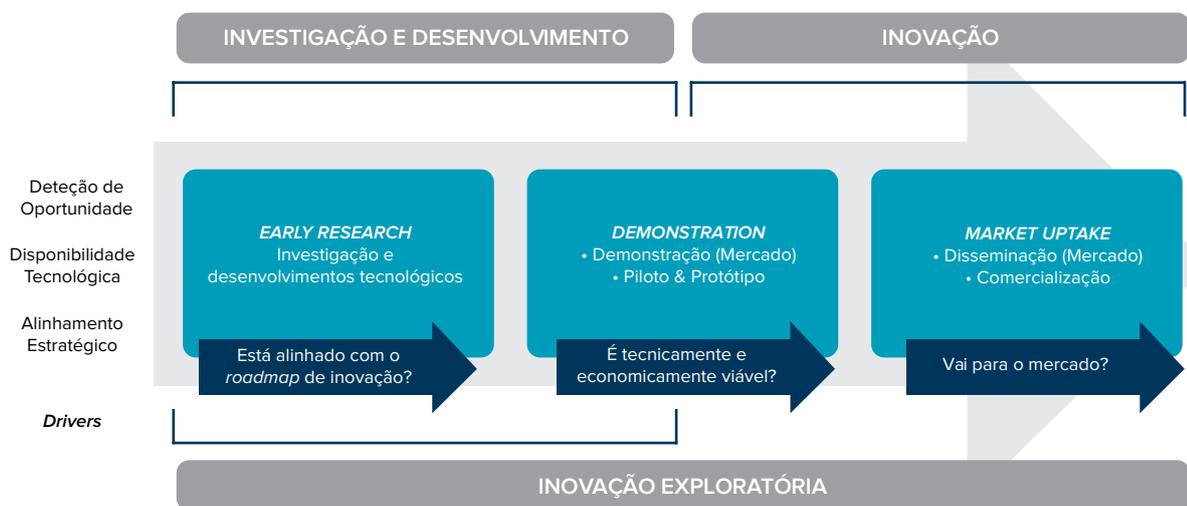


Figura 4 - Metodologia macro da inovação exploratória



Figura 5 - Processo de candidatura/execução de projetos no âmbito do H2020

Fase que envolve um trabalho conjunto das áreas técnicas e de negócio PT que tem como *inputs* as áreas de inovação prioritárias, as iniciativas com universidades em curso/planeadas e os projetos com financiamento em curso ou em candidatura. O *output* desta fase é a criação de um *roadmap* de oportunidades de IDI, o mapeamento das iniciativas de IDI com as necessidades da empresa e *guidelines* para próximas *calls* (incluindo novas áreas). Esta fase engloba um trabalho periódico, que se consolida com um fórum de acompanhamento, apresentação e discussão das iniciativas de IDI.

Este macro-processo permite que a PT consiga ter uma visão das grandes tendências tecnológicas e das necessidades de negócio de uma forma articulada e integradora, procurando sempre o maior impacto possível tanto na estratégia e posicionamento futuro da PT, bem como o maior impacto potencial no negócio, algo que agora é premissa fundamental dos fundos comunitários, nomeadamente do H2020.

Desta forma, este macro-processo procura compreender o ciclo tecnológico e de negócio do grupo, incorporando a visão de inovação da empresa, e assim, otimizar o próprio processo de candidaturas ao programa de financiamentos H2020. O processo otimizado de candidaturas da PT Inovação ao H2020 é apresentado na Figura 5.

4. Conclusões e impacto esperado

A Portugal Telecom é uma operadora que, há muito, alargou as suas áreas de atuação e o seu negócio tecnológico, o que implica um maior esforço em manter-se a par das novas tendências, tentando sempre liderar

dentro da sua esfera de influência. A Portugal Telecom pode considerar-se uma operadora Telco com uma missão ambiciosa, visível pela sua aposta em áreas tais como entretenimento, comunicações, *smart cities*, televisão, saúde, educação, serviços financeiros, e mais recentemente, na área de *cloud* com a construção de um dos maiores *Data Centers* do mundo. Esta maior abrangência do negócio tecnológico da PT implica maior capacidade de resposta interna a oportunidades de financiamento disponíveis, capazes de proporcionar oportunidades para investimento em IDI nas áreas tecnológicas estratégicas, que pode e deve ser visto num racional de custo de oportunidade.

A PT Inovação, no seu papel de fábrica tecnológica da PT, tem a capacidade de resposta tecnológica alicerçada nas suas equipas de desenvolvimento altamente especializadas, bem como numa noção clara da definição das prioridades de IDI junto das áreas de negócio.

O H2020 é uma ferramenta de apoio à inovação, que financia a indústria entre 70% a 100%, que é parte integrante do ecossistema de investigação, desenvolvimento e inovação da PT. Com a definição das áreas de inovação prioritárias e a associação a parceiros competentes e/ou líderes nas suas áreas de negócio para projetos de IDI, consegue-se potenciar o atingir de resultados mais sólidos com partilha de riscos e assim aumentar a cadeia de valor tecnológico e de negócio.

Neste contexto, o impacto esperado para a PT é estar estrategicamente posicionada, de forma a antecipar as mudanças que irão afetar os seus clientes e o seu negócio, e tentar ocupar os espaços emergentes de crescimento proporcionados pelas novas tecnologias e pelas necessidades crescentes dos novos segmentos de mercado, potenciando a criação de produtos, serviços e processos mais inovadores.

04

PROGRAMA BLUE START: TUDO COMEÇA COM UMA IDEIA



Frederico Santos
(PTP)

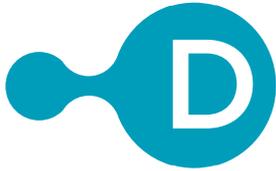
Miguel Borges
(PTP)

RESUMO

Em Portugal, nestes últimos anos, verifica-se um forte crescimento da comunidade ligada ao empreendedorismo. Os eventos direcionados ao desenvolvimento e aceleração de ideias, assim como os espaços de *co-work* e incubação de empresas, deixaram de ser exclusivos das principais cidades e têm proliferado um pouco por todo o país, tendo como consequência o crescimento do número de *startups* portuguesas que conseguem encontrar o seu espaço. Algumas destas *startups* já são parceiras da Portugal Telecom e complementam o seu portfólio de produtos.

PALAVRAS-CHAVE

Blue Start, *Startups*, Empreendedorismo, Incubação, Aceleração



1. Introdução

izer-se que o objetivo do programa Blue Start é “facilitar a vida” dentro da estrutura da Portugal Telecom (PT) é demasiado redutor.

Não se trata de um programa de aceleração ou incubação de *startups* mas sim de um espaço aberto e colaborativo, através do qual a PT promove o desenvolvimento de negócio e aproxima as melhores ideias das melhores oportunidades para as concretizar.

Em finais de 2012, surgiu a necessidade de controlar a forma dispersa da PT trabalhar com diversas *startups* e com empresas de menor dimensão, bem como a criação de sinergias entre as diversas áreas do Grupo de uma forma complementar ao modelo de inovação existente. O conceito foi maturado e foram definidas parcerias importantes durante 2013 até que, em Novembro desse ano, nasce formalmente o programa Blue Start (<http://bluestart.pt>) tendo como missão contribuir com meios, *know-how* e *networking* para o crescimento do ecossistema de suporte ao empreendedorismo nas geografias de atuação da Portugal Telecom, de forma a mobilizar empreendedores de ambição global.

O programa não investe financeiramente nem retira autonomia às *startups*. Pelo contrário, pretende promover uma relação saudável entre a Portugal Telecom e as *startups* desde uma fase embrionária da sua existência. Atuando em três eixos (parcerias, promoção e angariação) o programa Blue Start consiste no apoio às *startups* aderentes através da disponibilização de diversos recursos adequados à maturidade de cada projeto.

2. Porquê?

Numa economia como a Portuguesa, orientada para a Inovação, o foco das *startups* (ou das iniciativas de empreendedorismo) incide sobretudo no setor dos serviços, indo ao encontro das exigências de uma sociedade com maior rendimento quando comparada com economias orientadas por fatores de produção ou eficiência. Entre 2011 e 2012, a atividade empreendedora em Portugal não sofreu alterações significativas ao nível dos seus índices mais relevante, o que significa que, mesmo com o agravar da situação económica, financeira e social do País, a iniciativa empreendedora não diminuiu.

No ano de 2012, em Portugal, existiram entre 7 a 8 empreendedores *early-stage* por cada 100 indivíduos em idade adulta (TEA de 7.7%), tendência verificada também em 2011. Este valor é o sétimo mais alto de entre 24 economias

orientadas para a inovação analisadas pelo GEM 2012¹ [1].

Não se trata de um programa de aceleração ou incubação de *startups* mas sim de um espaço aberto e colaborativo, através do qual a PT facilitará o desenvolvimento de negócio e aproximará as melhores ideias das melhores oportunidades para as concretizar.

Os setores onde se regista uma maior percentagem de empreendedores são o setor orientado ao consumidor, com 44,9% dos empreendedores, o setor da transformação (que inclui construção, manufatura, transporte, comunicações, utilidades e distribuição grossista) com 26,2% dos empreendedores, e o setor orientado ao cliente organizacional (que inclui todas as atividades onde o cliente primário é outro negócio) com 23,8% dos empreendedores.

De acordo com o INE [2], durante 2012 em Portugal, criaram-se 132.864 novas empresas, das quais 2.301 em atividades de informação e comunicação (categoria que inclui telecomunicações, consultoria, programação informática e atividades relacionadas, bem como serviços de informação) em acréscimo ao número existente de cerca de 14 mil empresas da mesma categoria.

Neste contexto, a PT decidiu apostar no programa Blue Start como forma de enriquecer e acelerar o seu próprio processo de inovação, trabalhando em rede com parceiros especializados na identificação de projetos de base tecnológica enquadráveis no seu *roadmap* de inovação ou nas necessidades identificadas pelas áreas de negócio.

Desde a sua criação, o Blue Start apoia cerca de 40 *startups*. Entre 20 a 25% destes projetos estão em fase de testes piloto ou estão presentes no mercado em parceria com a Portugal Telecom.

O primeiro passo consistiu na aprovação do posicionamento pretendido para a PT e a consequente atuação junto das *startups*, através da definição das vantagens a

¹ O projeto GEM – Global Entrepreneurship Monitor – é um estudo independente sobre empreendedorismo a nível mundial, desenvolvido pelo ISCTE/IUL e a SPI Ventures.

apresentar, da formatação da oferta a considerar e das regras a ter em conta para o *on-boarding* das empresas.

A receptividade e disponibilidade demonstrada pelas várias áreas da Portugal Telecom foi absolutamente fundamental, permitindo criar uma equipa de especialistas ou mentores que é, no fundo, uma das principais valias de todo o projeto. Depois de obtida a aprovação e suporte deste novo modelo de inovação aberto, a apresentação da PT aos principais *players* a atuar no contexto das *startups* em Portugal foi o passo seguinte, permitindo estabelecer relações de parceria e posicionar o Blue Start no ecossistema existente.

A partir desse momento, considerando que todos os intervenientes reconheceram de imediato a vantagem da presença da PT, juntando-se a outras grandes empresas nacionais como a EDP, Grupo Amorim ou a Sonae, o programa ganhou o reconhecimento pretendido. A par com o grupo de mentores/especialistas da PT, a rede de parcerias estabelecida constitui a espinha dorsal do Blue Start.

A estratégia definida potenciou as relações de parceria, visto complementar os objetivos de todos os intervenientes, que passa pelo crescimento das *startups*. Encarando-as como possíveis parceiros de negócio, a PT é um excelente *driver* para o crescimento das empresas incubadas, aceleradas ou nas quais os investidores apostam, pelo que as relações institucionais foram naturalmente bem aceites e aprofundadas por todos.

3. Os bastidores

A equipa Blue Start atua, fundamentalmente, em três eixos:

- Estabelecimento e manutenção da relação com os diversos parceiros do programa;
- Angariação de *startups* e apresentação à estrutura da PT;
- Esforço de divulgação e promoção do posicionamento da Portugal Telecom no apoio às *startups*.

3.1. Parcerias

Não sendo o acompanhamento de *startups* uma área de atuação *core* da PT, as parcerias revestem-se de especial importância para o programa podendo-se, de forma simplista, classificar os intervenientes numa das vertentes de incubação, aceleração, investimento ou de fornecimento de serviços (é, no entanto, possível

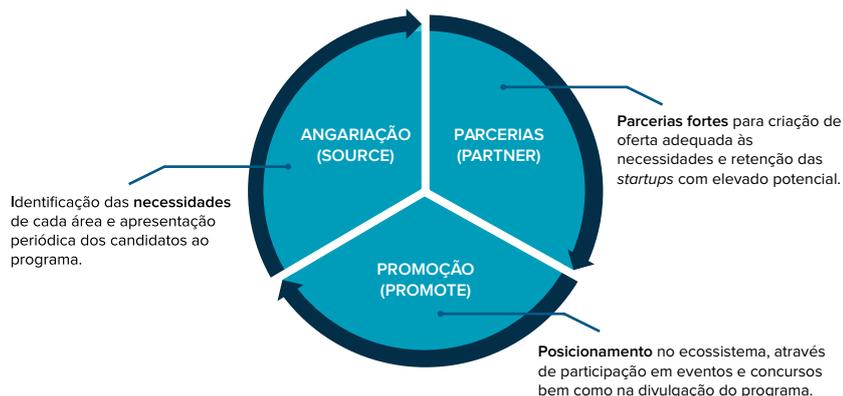


Figura 1 - Eixos de atuação

encontrar *entidades* a atuar simultaneamente em várias destas vertentes).

O apoio concedido a cada parceiro depende da relevância que assume para o programa, sendo na sua essência um apoio em serviços da PT como contrapartida para acesso às *startups*, divulgação do nosso posicionamento junto da comunidade ou mesmo na concessão de espaço de incubação às *startups* do programa.

Apesar do programa Blue Start concentrar atualmente em Lisboa o maior número de parcerias de incubação, tem como objetivo a sua diversificação geográfica, estando atualmente também presente em Braga, Covilhã, Madeira e participando em diversos eventos de aceleração que ocorrem um pouco por todo o país.

O programa conta com a participação ativa de diversos quadros da PT que dão acompanhamento às *startups*; uma forte ligação ao SAPO Labs, com o objetivo de interligar o segmento universitário com o apoio do Segmento Empresarial na definição das condições do protocolo; e com a colaboração da Fundação PT.

Ser parceiro Blue Start apresenta vantagens, tais como anunciar condições especiais para as “suas” *startups*, ao abrigo do protocolo definido em parceria com a área de protocolos do segmento empresarial do Grupo PT (através deste protocolo, as *startups* que integrem o Blue Start beneficiam de condições ainda mais vantajosas em diversos serviços do Grupo).

Para além de Incubadoras e Aceleradoras, o Blue Start conta com parcerias para fornecimento de serviços que permitem enriquecer a oferta disponibilizada às *startups* (como, por exemplo, apoio jurídico e fiscal) e uma relação próxima com investidores dispostos a apostar financeiramente nas *startups*.

Internamente, existem também intervenientes que prestam apoio ao Programa: (i) quadros da PT que disponibilizam parte do seu tempo para apoiar o Programa sempre que solicitados e que constituem uma das principais valias do Blue Start, (ii) parceria com SAPO, quer através do SAPO Labs com o objetivo de interligar a sua atuação junto do segmento universitário, quer através da promoção do Blue Start junto dos projetos participantes no SAPO Codebits, (iii) parceria com o Segmento Empresarial, através do apoio na definição do protocolo Blue Start, cativando empresas *early stage* para a utilização dos serviços da PT e (iv) forte envolvimento da Fundação PT para projetos de cariz social. Desta forma a PT assume uma presença e uma vertente de apoio nas várias fases de evolução das empresas em Portugal.

3.2. Promoção

O posicionamento no ecossistema, através da participação em eventos e concursos, é outra das atividades enquadradas no eixo de promoção do Blue Start. Não sendo reconhecido como um Grupo que, historicamente, posicione a sua atuação junto do ecossistema das *startups*, a Portugal Telecom tem um esforço acrescido na divulgação do propósito do Blue Start e no reconhecimento da mais valia que poderá representar para as *startups*.

A divulgação do programa foi conseguida através da presença nos eventos organizados pelas entidades parceiras e da presença da equipa Blue Start e dos seus mentores nos eventos de aceleração, enquanto júri, orador ou efetuando ações de mentoria.

A presença *online* é outra das apostas na divulgação do programa, através da manutenção de um *site* específico (<http://bluestart.pt>) que apresenta o resumo do programa, divulga algumas das notícias relacionadas e, sobretudo, disponibiliza um canal de entrada de candidaturas espontâneas ao Blue Start.

As ferramentas de *social media* ocupam também uma posição de destaque na divulgação do programa, sendo feito um esforço de manutenção de uma página de Facebook (<http://facebook.com/ptbluestart>) e *tweets* dos eventos sempre que a equipa Blue Start está presente (<http://twitter.com/ptbluestart>), sendo notória a afluência às páginas sob gestão do Blue Start, sempre que existe um evento onde a PT marca presença.

Quinzenalmente, é divulgada uma *newsletter* com uma compilação de notícias/eventos relevantes no contexto do empreendedorismo, estando disponível para subscrição através de <http://bluestart.pt/newsletter>. Por fim, através do MEO Kanal (371113) do programa, são apresentados os diversos *pitchs* das *startups* pertencentes ao Blue Start.

3.3. Angariação

Por último, como vetor de atuação e face visível do programa dentro da PT, estão os processos de angariação e apresentação das *startups* às diversas áreas de negócio do Grupo. O foco da equipa Blue Start consiste na análise das candidaturas espontâneas recolhidas no site <http://bluestart.pt>, nos contactos recebidos durante a presença nos diversos eventos, referências internas ou externas de parceiros, com vista à avaliação preliminar e potencial enquadramento numa das áreas de negócio ou necessidade identificada.

Pretende-se alimentar o ciclo de procura/oferta entre o nosso Grupo e a comunidade de *startups*, retribuindo com a capacidade do Grupo PT para apoiar este ecossistema e, simultaneamente, abrir o modelo de inovação a entidades externas.

Após análise preliminar da informação recolhida e triagem das candidaturas, caso exista potencial na ideia/projeto, é efetuada uma reunião com a respetiva equipa de forma a aferir a qualidade da mesma e a sua motivação, dar a conhecer em maior detalhe o programa e permitir uma avaliação mais refinada das potencialidades do conceito apresentado. Feita esta avaliação, o projeto entra na lista de iniciativas a apresentar às áreas de negócio, sendo enviado um breve resumo para o responsável da área, de forma a permitir aferir se existe interesse em promover um contacto mais próximo através da entrada no programa.

O Blue Start tem como foco projetos de base tecnológica, orientados a B2B/ B2C, colmatando necessidades da Organização, nomeadamente identificadas pelos segmentos da PT (Consumo e Empresarial) e pelas unidades transversais (*Cloud* e *Data Centers*, Conteúdos, Internet e Comunicação, Transformação Digital e *Online* e Fundação PT).

4. O programa

Com a duração típica de um ano, cada projeto selecionado passa a integrar uma de três fases, sendo-lhe disponibilizado diversos recursos.

4.1. Fresh new

Objetivo: Desenvolver protótipo/MVP.

Kit startup

- Pacote diversificado de recursos *cloud* (e.g. servidores públicos virtuais, serviços de *storage*);
- Possibilidade de utilização de equipamentos de teste e condições bastante vantajosas em serviços de telecomunicações da PT;
- Presença em palestras, apresentações e/ou *workshops*.



Figura 2 - Fases do programa

Office Space

- Espaço físico para *coworking*, devidamente equipado com infraestrutura de suporte, a disponibilizar em instalações dos parceiros.

Apoio Técnico

- Acesso a equipas técnicas da PT para aconselhamento ou esclarecimento.

4.2. Fast growing

Objetivo: Testar o produto/serviço no mercado

Mentoring

- Identificação de um mentor de negócio com experiência num determinado mercado alvo e capacidade de aconselhamento.

Apoio Operacional

- Serviços especializados nas áreas jurídicas e de contabilidade.

Piloto

- Aproximação dos projetos a empresas do universo PT, através da realização de projetos piloto (vertente técnica e comercial).

4.3. High flying

Objetivo: Desenvolver negócio e ganhar escala

Marketing

- Divulgação das *startups* em Portugal e/ou no estrangeiro, através dos canais próprios da Portugal Telecom ou de alguns dos seus parceiros.

BizDev

- Construção de pontes com alguns dos principais parceiros operacionais e/ou financeiros da PT.

De salientar que a natureza atual do programa não obriga a que a *startup* venha a trabalhar com a Portugal Telecom (nem que a Portugal Telecom venha a estabelecer qualquer compromisso com a *startup*). No entanto, o programa permite reforçar a relação entre ambas as entidades o que, a haver interesse, promove naturalmente uma relação de parceria a definir fora do âmbito do Blue Start.

5. Resultados

Desde a sua criação, o Blue Start apoia direta ou indiretamente cerca de 40 *startups*. 20 a 25% destes projetos encontram-se em fase de teste piloto ou estão presentes no mercado em parceria com a Portugal Telecom.

O programa não se limita a empresas portuguesas. Exemplo disso foi o sucesso recente obtido pela PT na adjudicação por parte do SL Benfica de uma solução da empresa brasileira Qranio, uma das *startups* do programa, e que se baseia num *quiz game* disponibilizado em várias plataformas, adaptado para produzir conteúdo dedicado a todos os adeptos benfiquistas.

Outros exemplos incluem o Typing, uma plataforma de *chat* de nova geração que permite comunicar de forma efémera, lançado em conjunto pelo MEO e a Cloud9; ou mesmo a parceria entre a Fundação PT e a HereWeGo, uma empresa madeirense que entrou no programa em 2013 e que já ganhou diversos prémios (vencedores da última edição do Acredita Portugal) com a sua plataforma de turismo acessível, destinado a pessoas com deficiência ou mobilidade condicionada.

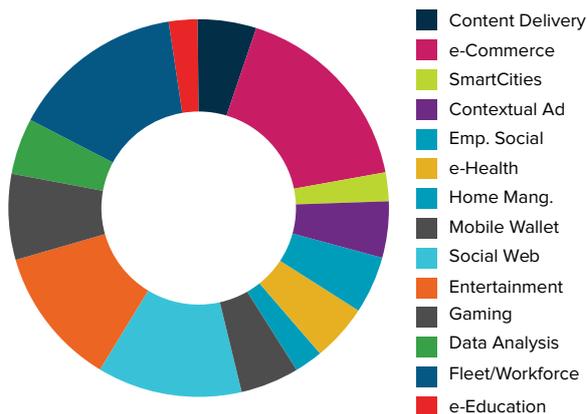


Figura 3 - Áreas de âmbito

Os resultados obtidos são francamente positivos, permitindo à Portugal Telecom iniciar de forma estruturada o seu percurso no apoio às startups.

Estes são alguns dos exemplos de projetos que se concretizaram com a colaboração do Blue Start, mas o sucesso do programa obtém-se também noutras dimensões de atuação. Por exemplo, a integração da equipa Follow Price no programa InRes 2014 do parceiro Carnegie Mellon University (CMU) proporciona-lhes uma estadia de seis meses em Pittsburgh (EUA). A Follow Price é uma das startups do Blue Start cuja solução permite aos utilizadores seguirem variações de preços/quantidades nas lojas *online* onde a solução está instalada, estando também em análise a sua colaboração com a equipa SAPO.

O Blue Start colaborou igualmente na organização do University Codebits, uma parceria com o SAPO que permitiu testar novos formatos para este evento, direcionados a um público universitário e/ou *early stage startups*. O sucesso da iniciativa, ocorrida em Abril no *Data Center* da Covilhã, foi reconhecido e permitiu estreitar ainda mais as relações entre a PT e a comunidade local.

A comunidade de startups do Blue Start e dos seus

parceiros constitui igualmente uma excelente oportunidade para obtenção de *feedback* sobre produtos e serviços desenvolvidos pela Portugal Telecom, nomeadamente no que se refere aos serviços *cloud based*. Esta comunidade utiliza intensivamente estes recursos e dificilmente se encontra melhor barómetro para medir a qualidade dos serviços que prestamos. É uma das intenções do programa dinamizar um processo de utilização e *feedback* a este nível, algo que ainda não está totalmente operacionalizado.

6. Conclusões

Não existe uma fórmula clara de avaliar o sucesso ou insucesso de iniciativas como o Blue Start. No entanto, desde a sua criação, este programa apoiou direta ou indiretamente diversos projetos e recebeu mais de uma centena de candidaturas, sendo que, dos projetos integrados no Blue Start, cerca de 1/4 teve resultados concretos.

Muitos dos que nos procuram pretendem algo atualmente não contemplado no programa (ex: apoio financeiro ou *manpower* para o desenvolvimento aplicacional) ou são ainda projetos que, apesar do seu interesse, não têm enquadramento no *roadmap* de inovação da Portugal Telecom sendo, por isso, recusados. Apesar deste resultado, todos os projetos reconhecem o valor da iniciativa e felicitam o posicionamento assumido pela PT.

Nem todas as startups do programa conseguirão vir a trabalhar ou a desenvolver projetos em conjunto com a Portugal Telecom e, dos que conseguirem, nem sempre serão projetos direcionados à geração de receita materialmente relevante para o Grupo PT. Contudo, o propósito do programa passa fundamentalmente pela participação da Portugal Telecom junto da comunidade de startups e esse deve-se manter, independentemente do modelo a seguir.

Face ao investimento efetuado no programa Blue Start, os resultados obtidos são francamente positivos, permitindo à Portugal Telecom iniciar de forma estruturada o seu percurso no apoio às startups e às entidades que atuam neste ecossistema.

Referências

- [1] GEM Portugal 2012 – Estudo Sobre Empreendedorismo, ISCTE/IUL e SPI Ventures.
- [2] Instituto Nacional de Estatística (<http://www.ine.pt>).

05

RADAR TECNOLÓGICO



Mário Moreira
(PT Inovação)

José Bonnet
(PT Inovação)

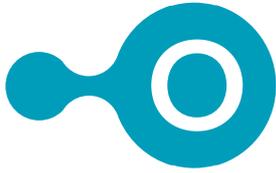
RESUMO

Uma grande dificuldade dos gestores, arquitetos e técnicos envolvidos nas decisões tecnológicas que têm que ser tomadas quando se planeia a evolução de um sistema desenvolvido por eles, tem a ver com a seleção das tecnologias, ferramentas e práticas mais adequadas. Uma má escolha poderá tornar o sistema deficiente e colocar em risco a sua viabilidade, quer seja por questões económicas, de desempenho ou mesmo operacionais. No entanto, o envolvimento nas atividades do dia a dia não permite o devido acompanhamento do mercado e fóruns tecnológicos ou mesmo a experimentação necessária para tomar estas decisões de uma forma fundamentada.

O Radar Tecnológico é uma ferramenta colocada ao dispor dos decisores para os auxiliar nas tarefas de planeamento e avaliação tecnológica dos sistemas pelos quais são responsáveis.

PALAVRAS-CHAVE

Radar Tecnológico, Tecnologias, Ferramentas



1. Introdução

Grupo de Coordenação Tecnológica (GCT) da PT Inovação tem a responsabilidade de acompanhar o mercado e perceber quais as tecnologias e tendências, tecnológicas e arquiteturais, com impacto no mercado a curto e médio prazo. Este documento tem como objetivo disseminar as conclusões do GCT aos Gestores, Técnicos, Arquitetos, Investigadores e todos os interessados, para que este conhecimento seja tido em conta no desenho dos sistemas pelos quais são responsáveis e permitir planear com antecedência as evoluções tecnológicas necessárias para acompanhar o mercado, bem como dar orientações à área de investigação exploratória nas tecnologias que se devem focar mais nos projetos de investigação.

Este documento é também uma forma de mitigar alguns riscos, quer para os decisores técnicos, que passam a ter ao seu dispor um conjunto de informações estratégicas que podem utilizar para melhor definir o futuro dos sistemas pelos quais são responsáveis, bem como para qualquer pessoa com funções técnicas na PT Inovação. Isto porque lhes permite antecipar as tendências de mercado e assim preparar-se e adquirir conhecimento atempadamente por forma a melhor gerir a sua carreira na PT Inovação.

O Radar Tecnológico será periodicamente atualizado e cada versão será identificada da forma YYYYrN, onde YYYY representa o ano em que foi criado, e o N o número de revisão desse ano (começando sempre em 1 em cada ano).

O radar está dividido nas categorias “Plataformas”, “Ferramentas”, “Linguagens e Frameworks” e “Metodologias e Práticas” para facilidade de consulta e compreensão. Por vezes há algo que poderá ser encaixado em mais que uma categoria. Nesses casos, iremos escolher apenas uma delas: a que nos parecer mais adequada.

Para cada uma das categorias existem quatro níveis de recomendação, que refletem a opinião do grupo no momento em que o Radar Tecnológico é criado. É possível que, em versões seguintes, uma recomendação possa mudar.

2. Âmbito do Radar Tecnológico

O Radar Tecnológico é sobre **mudança tecnológica**. Por esse motivo, vai-se focar em tecnologias para as quais é recomendado haver uma mudança no nível de utilização na PT Inovação (aumentar a utilização se Adotar, ou diminuir a utilização se Evitar), ou se antevê que venham a ser relevantes a médio prazo e necessitamos de obter melhor conhecimento (Explorar e Experimentar).

Vão estar omissas do radar as tecnologias para as quais não há recomendação para mudar o nível de utilização, ou seja, em que o nível de utilização que se faz da tecnologia na PT Inovação deve manter-se tal como está. Estarão também omissas as tecnologias para as quais não temos competências ou capacidade de avaliar e de emitir uma opinião.

De salientar que o foco deste radar são os sistemas desenvolvidos pela PT Inovação e por isso as tecnologias são avaliadas nesse contexto. Isto quer dizer que o tipo de sistemas, o conhecimento das pessoas e a forma de trabalhar são tidas em conta na avaliação das tecnologias, pelo que as mesmas tecnologias avaliadas noutro contexto poderiam ter uma recomendação diferente.

2.1. Sobre a edição 2014r1

Esta edição do Radar Tecnológico é a primeira revisão de 2014. Esta é a primeira edição divulgada publicamente e o foco desta edição é procurar um formato simples e que ao mesmo tempo facilite a leitura e mantenha o histórico das alterações que certamente terá ao longo da sua vida.

 Explorar	 Experimentar	 Adotar	 Evitar
Tipicamente uma tecnologia nova ou concorrente com outras, mas com promessa de ganhos significativos e com potencial de ter impacto positivo a médio prazo.	Tipicamente uma tecnologia já mais madura e já bastante passível de ser utilizada de forma generalizada.	Acreditamos que estas tecnologias são, na maioria das vezes, a melhor escolha, comparativamente às alternativas.	Deve ser evitada pois acreditamos que existem alternativas melhores.
Pode ser usada em projetos exploratórios e avaliada em situações pontuais e com baixo risco.	Deve ser utilizada em projetos exploratórios e em situações de risco moderado.	Pode e deve ser usada de forma generalizada em qualquer tipo de sistema.	Deve ser planeado o seu abandono ou substituição por tecnologias alternativas.

Tabela 1 - Estrutura do Radar Tecnológico

3. O Radar

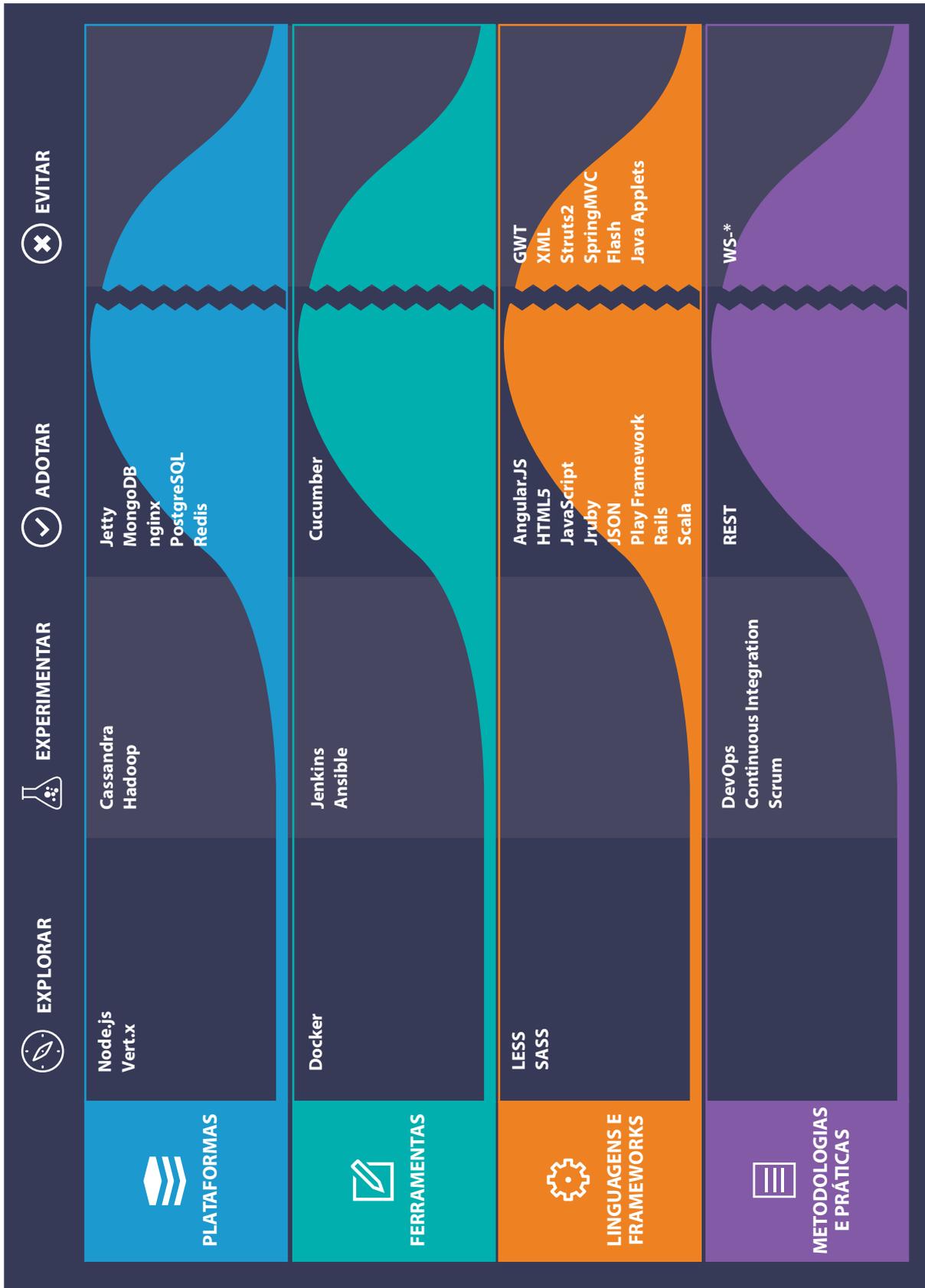


Figura 1 - Radar Tecnológico

4. Plataformas



Figura 2 - Plataformas

4.1. Explorar

Node.js

O Node.js é uma *framework* assíncrona e *event-driven*, com muito boa *performance*. O desenvolvimento das aplicações é feito em JavaScript e, por esse motivo, tem atraído bastantes utilizadores que acham vantajoso utilizar a mesma linguagem no *frontend* e no *backend*.

Incluímos o Node.js em Explorar exatamente pela imensa popularidade que possui e pelo ritmo a que vemos evoluir as tecnologias deste ecossistema. No entanto, temos bastantes reservas quanto à utilização da linguagem JavaScript em aplicações mais complexas, devido aos “quirks” da linguagem e à forma como é feita a gestão de pacotes e dependências neste momento (via npm), pelo que aconselhamos cuidado na utilização desta tecnologia.

Vert.x

A plataforma Vert.x é leve e de alto desempenho, *event-driven*, tal como o Node.js mas que corre sobre a JVM. Uma das grandes vantagens do Vert.x é ser poliglota, ou seja, as aplicações podem ser desenvolvidas em várias linguagens, como por exemplo Java, JavaScript, Ruby, Groovy, Python, etc., ou inclusive numa combinação entre as várias linguagens. É também bastante modular e pode inclusivamente ser utilizada de forma embebida na aplicação.

Em 2014 ganhou o o prémio “*Most Innovative Java Technology*” (<http://jaxenter.com/jax-innovation-awards-2014-champions-declared-50132.html>).

Temos grandes expectativas quanto a esta tecnologia e vamos acompanhar de perto a sua evolução, para ver quando deveremos apostar mais em força.

4.2. Experimentar

Cassandra

A Cassandra é uma BD NoSQL colunar suportando o

modelo *Big Table*. A sua conceção e implementação, inspirada na Amazon Dynamo, tem como pontos fortes:

- Enorme escalabilidade, suportando múltiplos *data centers*;
- Muito boa *performance* na escrita, boa *performance* na leitura;
- Sem *Single Point of Failure* (SPF), nem nodos especiais: continuamos a ter serviço mesmo em caso de falha de vários nodos ou de um *data center*.

Esta BD é usada em produção por imensas entidades (ver: <http://planetcassandra.org/apache-cassandra-use-cases/>) e a título de exemplo podemos salientar o Netflix – com mais de 750 nodos Cassandra, é lá que guardam quase todos os dados, como por exemplo, metadados dos filmes, recomendações, classificações dadas pelos utilizadores, etc.

Hadoop

O Hadoop é uma tecnologia *open source* com alta escalabilidade projetada para armazenamento de grandes volumes de dados e suportando computação distribuída. Permite distribuir o processamento de grandes conjuntos de dados através de *clusters* de máquinas baratas, utilizando um modelo de programação simples (Map Reduce). Foi desenvolvido para escalar horizontalmente até milhares de máquinas, em que cada uma das quais oferece computação e armazenamento local.

O Hadoop é o núcleo base de qualquer distribuição Big Data disponível no mercado.

É possível obter na Internet várias referências a *clusters* Hadoop em produção, com milhares de nodos e Peta-Bytes de dados.

4.3. Adotar

Jetty

O Jetty é um servidor HTTP e contentor de *servlets open*

source, suportando ainda os protocolos SPDY, WebSocket, OSGi, JMX, JNDI e JAAS. A nossa recomendação é feita com base na sua elevada capacidade, desempenho e escalabilidade (quer para soluções muito grandes quer, no outro extremo, para soluções bastante pequenas, em que vai embebido), bem como na sua simplicidade de utilização e configuração. Numa grande parte das nossas aplicações não é necessário mais que o que vem de base com o Jetty e a sua utilização em vez de alternativas mais pesadas (como o tomcat ou jboss) permite a criação de sistemas mais eficientes, com melhor *performance* e consumindo menos recursos.

MongoDB

A MongoDB é neste momento uma das Bases de Dados NoSQL mais conhecidas e utilizadas e que continua a ter um crescimento significativo. É usada em produção por grandes nomes como por exemplo ebay, SAP, LinkedIn, Cisco ou Foursquare, só para referir alguns.

Os pontos mais fortes da MongoDB:

- É uma *Document Database*, ou seja, muito forte para guardar dados semi-estruturados, heterogêneos ou com estrutura dinâmica;
- Elevado desempenho, sendo que este é um dos pontos mais fortes da MongoDB. Depende bastante do caso de uso, mas numa grande maioria de situações é expectável uma *performance* numa ordem de grandeza superior às RDBMS tradicionais;
- Muito boa capacidade de *scale-out* com *sharding* automático.

nginx

O nginx (pronuncia-se *engine-ex*) é um servidor HTTP, *reverse proxy* e *load balancer* de alto desempenho. Comparativamente ao Apache é muito mais eficiente e de configuração mais fácil, pelo que recomendamos a sua utilização como servidor de ficheiros estáticos (ex: jpps, js, css,...), como *reverse proxy* ou como *load balancer*.

A facilidade de configuração e de aplicar novas regras sem interrupção de serviço é uma das mais valias do nginx e que fez, por exemplo, o Wordpress.com mudar de BIG IP para nginx. Não faltam referências de alta *performance* baseadas em nginx, como por exemplo, a base das “*appliances*” de *streaming* do Netflix, que só por si é responsável por mais de 35% do tráfego de Internet nos EUA, ou o Discus onde o nginx é peça crucial para a sua *performance*.

O nginx é mais usado no top 1000 e top 10000 *sites* da Internet que o Apache e IIS juntos (fonte: http://w3techs.com/technologies/cross/web_server/ranking).

Pelos motivos indicados acima, recomendamos que o

nginx seja utilizado em todos os sistemas desenvolvidos pela PT Inovação que necessitem destas funcionalidades, seja qual for o operador onde estejamos a instalar o nosso sistema. Mesmo quando o operador já possui um equipamento de rede para essas funcionalidades, a utilização do nginx à entrada da nossa solução dá-nos a flexibilidade para alterar configurações, por exemplo, o balanceamento para carga durante o *upgrade* para uma nova versão, ou para redirecionar pedidos específicos para plataformas de teste sem impacto na infraestrutura do operador.

PostgreSQL

A Base de Dados PostgreSQL é neste momento a mais avançada das bases de dados *open source* e também a mais parecida com o Oracle em termos de funcionalidades e de forma de desenvolvimento (dialecto SQL). A utilização desta base de dados permite posicionar comercialmente o sistema no “*low end*”, diminuindo os custos, mas mantendo um nível elevado de funcionalidades e *performance*. A nível de robustez, o PostgreSQL tem das melhores referências de que há registo não sofrendo de algumas particularidades que outras RDBMS *open source* (ex: MySQL) apresentam.

Como maiores referências conhecidas podemos referir, por exemplo, que na altura da aquisição do Skype pela Microsoft, esta era a BD de suporte a todos os clientes do Skype, desenhada para suportar 1.000 milhões de clientes. É também a BD de suporte aos *NameServers* do domínio de topo .org.

Redis

A Redis é uma *in-memory key-value database* de muito elevado desempenho suportando também funcionalidades mais avançadas, como por exemplo, de listas, conjuntos e conjuntos ordenados, bem como funcionalidades de *pub/sub*. É especialmente indicada como *cache* (substituindo o *memcached*, por exemplo) para guardar sessões, ou dados bastante voláteis. Ao contrário do *memcached*, pode ter persistência dos dados e funcionamento em *cluster* distribuído.

Com o Redis, todos os dados têm que caber em memória, pelo que não deve ser utilizada com volumes de dados que não sejam suportados em memória. Poderemos, no entanto, colocar várias instâncias distribuídas por várias máquinas.

O ponto forte do Redis é mesmo a *performance* que oferece, mesmo fazendo persistência dos dados. Nos nossos testes conseguimos obter mais de 80.000 transações por segundo por CPU Core.

5. Ferramentas

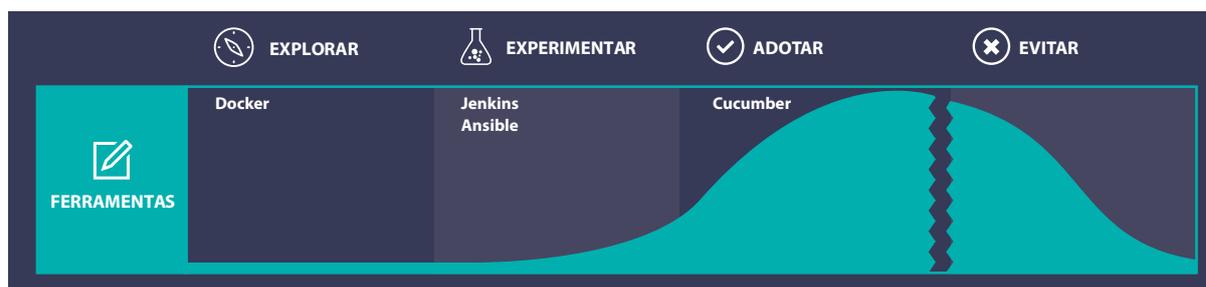


Figura 3 - Ferramentas

5.1. Explorar

Docker

O Docker, vulgarmente referido como “a nova virtualização”, será uma ferramenta com maior impacto no que diz respeito a ambientes de *cloud* e/ou híbridos, bem como na forma de distribuir sistemas e nenhum sistema de *cloud* será levado a sério se não suportar *containers* Docker. Muito resumidamente, o Docker permite um conceito muito semelhante à virtualização mas de uma forma muito mais leve (permite várias máquinas “virtuais” sobre uma mesma máquina física), e sem pagar a penalização de *performance* da virtualização (*hypervisor*).

Neste momento, a nossa recomendação de Explorar tem a ver com a juventude da tecnologia e pelo facto de os nossos clientes, onde teremos que instalar e operar os nossos sistemas, ainda não estarem preparados para o suporte da mesma. No entanto, como acreditamos que a sua utilização vai explodir, teremos que começar a ganhar experiência nesta tecnologia por forma a estarmos preparados para quando a tivermos que utilizar.

5.2. Experimentar

Jenkins

Associado à prática de testes automatizados, vem a integração contínua. Aliás, não faz sentido falar em Integração Contínua sem primeiro termos endereçado os testes automatizados. O Jenkins, um derivado do antigo Hudson, é um servidor de integração contínua *open source*, bastante flexível e com uma enorme comunidade de utilizadores e contribuidores.

A sua utilização na PT Inovação é cada vez maior e parece satisfazer as necessidades de quem o usa, pelo que aconselhamos a que experimentem para ver se no vosso caso também será útil.

Ansible

O Ansible é uma ferramenta parecida com o Puppet e o Chef, cuja principal função é automatizar tarefas de IT.

No entanto, o Ansible distingue-se dos anteriores por ser bastante simples de utilizar (basta conhecer YAML) e não obriga à instalação de agentes nas máquinas geridas, pois utiliza como camada de comunicação o protocolo ssh. Numa análise comparativa feita pelo Grupo de Coordenação Tecnológica da PT Inovação entre o Ansible e o Chef, o Ansible foi considerado a melhor opção e acreditamos que os ganhos da sua utilização na automatização da instalação, atualização ou configuração de um sistema serão bastante elevados, tanto mais quanto mais complexo e distribuído for o sistema.

Com a utilização do Ansible, consegue-se ter uma gestão de dependências distribuída, garantindo a coerência de todo o sistema, ou seja, o Ansible pode fazer por um sistema o que o RPM faz por um pacote.

Em alguns sistemas da PT Inovação, conseguiu-se reduzir o tempo de instalação e configuração, de vários dias para alguns minutos, com a vantagem adicional da não existência de erros e de conseguirmos reproduzir os resultados quando for necessário.

5.3. Adotar

Cucumber

A automatização de testes, se feita de forma sistemática e correta, é provavelmente a prática com mais impacto positivo na qualidade final de um sistema. No entanto, os testes são também uma fonte de problemas, pois por vezes a especificação de um teste diz uma coisa e a sua implementação faz outra.

Uma grande vantagem do Cucumber é a utilização do Gherkin, uma linguagem que é facilmente entendida por pessoas não técnicas (pessoas do negócio) e que permite especificar o comportamento de uma determinada funcionalidade (requisitos), visto que essa linguagem é apenas o Inglês, com algumas formalidades. Essa linguagem é executada diretamente pelo Cucumber e, assim, reduz-se de forma significativa as disparidades entre o que é dito na especificação e o que está implementado no teste.

A utilização de Cucumber na PT Inovação está a aumen-

tar consideravelmente e é a forma recomendada de implementação de testes de sistema automatizados.

libsass.js pode endereçar este ponto).

Todos os comentários feitos para o LESS aplicam-se igualmente ao SASS.

6. Linguagens e Frameworks



Figura 4 - Linguagens e Frameworks

6.1. Explorar

LESS

O LESS é um pré-processador de CSS, inspirado no SASS, que torna mais fácil a escrita de CSS, pela utilização de variáveis, funções, *mixins*, etc. Como o programador tem que escrever bastante menos, o código fica mais fácil de manter e evoluir. Como grande desvantagem, temos o facto de passarmos a precisar de executar um passo adicional, como se fosse uma compilação, para gerar o ficheiro CSS final.

Apesar de reconhecermos as vantagens da utilização do LESS, ainda temos algumas dúvidas sobre a sua adoção de forma generalizada na PT Inovação, pois poucas pessoas conhecem a sintaxe do LESS e teriam dificuldades em manter e evoluir ficheiros em LESS desenvolvidos por outros. Adicionalmente, e porque as aplicações *web* desenvolvidas pela PT Inovação devem ser baseadas na utilização do Basepack, que já possui ficheiros CSS de base, em sistemas mais simples não haverá muito código CSS a escrever, pelo que as vantagens de utilizar LESS pouco ou nada se fazem sentir.

O facto de não haver ainda um vencedor distinto no debate LESS vs SASS acrescenta ainda mais algumas incertezas quanto à utilização desta tecnologia, pelo que achamos que não é ainda a altura apropriada para a sua adoção em larga escala.

SASS

O SASS, tal como o LESS, é um pré-processador de CSS, que torna mais fácil a escrita de CSS, pela utilização de variáveis, funções, *mixins*, etc. Como o programador tem que escrever bastante menos, o código torna-se mais fácil de manter e evoluir. Como grande desvantagem, temos o facto de passarmos a precisar de executar um passo adicional, como se fosse uma compilação, para gerar o ficheiro CSS final (no entanto, a utilização da

6.2. Adotar

AngularJS

O AngularJS é uma *framework* JavaScript MVC (*MVP*, *MVVM*, *MV-Whatever*) especialmente vocacionada para o desenvolvimento de *Single Page Applications* (SPAs).

Baseia-se na implementação declarativa de comportamento dos elementos do DOM, com recurso a *Event Listeners*, *Bindings* e *Directives* que ligam a componente visual da página *web* à lógica aplicacional presente nos *models*. Com estas técnicas, é possível construir aplicações *web* dinâmicas que obtêm os seus dados a partir de *backends* que expõem dados via HTTP (tipicamente via REST e no formato JSON).

O Grupo de Coordenação Tecnológica recomenda a sua utilização no desenvolvimento de *Single Page Applications* (SPAs).

HTML5

Quando falamos em HTML5, estamos a falar de 3 vertentes:

- A linguagem de *mark-up* HTML propriamente dita, com novos elementos e atributos, usada para especificar o conteúdo de forma mais simples, clara e semanticamente com sentido;
- CSS3 (parte), para aplicar estilos mais sofisticados e com novas capacidades (como a animação), bem como ter em conta a adaptação de *layouts* a diferentes resoluções e orientações;
- JavaScript, para implementar a lógica aplicacional através de um conjunto vasto de APIs ricas, permitindo interação com o *hardware* do dispositivo.

Na realidade, o HTML5 é composto por um conjunto de especificações, desenvolvidos por grupos dedicados e, tipicamente, quando se fala em HTML5, está-se

a falar no conjunto de tecnologias que vai para além da especificação base do HTML5. A utilização de HTML5 permite a construção de aplicações avançadas com interfaces mais eficientes e mais amigáveis para o utilizador, facilitando ainda a migração e reutilização em dispositivos móveis.

JavaScript

Graças ao crescimento do HTML5, das aplicações *web* mais ricas e mais interativas e ao crescimento do *mobile*, o JavaScript é uma linguagem cada vez mais importante (e que começa a introduzir-se também no lado dos servidores). Usando JavaScript, e *frameworks* como o AngularJS, podem ser construídas aplicações ricas e muito eficientes que até então só era possível usando *plugins* Java ou Flash que tantos problemas davam.

Na PT Inovação temos ainda sistemas baseados na utilização de *plugins* Java ou Flash e outros sistemas que, apesar de já só usarem HTML e JavaScript, foram desenvolvidas de forma *ad hoc*, sem grande estrutura. É importante que esses sistemas sejam atualizados assim que possível para HTML5 + JavaScript e, eventualmente, AngularJS, abandonando de forma definitiva a utilização de *plugins*.

JRuby

O Ruby é uma linguagem dinâmica, *open source*, com foco na simplicidade e na produtividade. Tem uma sintaxe elegante, de leitura natural e fácil escrita. Apesar de existir desde 1993, foi com o lançamento do Ruby on Rails que a utilização da linguagem explodiu. O Ruby tentou captar o que de melhor havia em Perl, Python, Smalltalk, Eiffel, Ada e Lisp e equilibra a programação funcional com a programação imperativa.

O JRuby é uma implementação de Ruby feita em Java e, por isso, permite uma integração fácil entre ambas as linguagens (do Ruby chamar Java e do Java chamar Ruby). Esta é uma forma muito fácil de começar a utilizar Ruby num sistema que tenha sido desenvolvido em Java, como é o caso da maior parte dos sistemas desenvolvidos na PT Inovação.

A utilização do JRuby é também a forma recomendada para suporte de sistemas PT Inovação desenvolvidas em Ruby on Rails e para a execução de testes automatizados via Cucumber.

JSON

JSON (*JavaScript Object Notation*) é um formato leve para a troca de dados e facilmente lido por humanos. É independente de qualquer linguagem de programação e muito mais eficiente no transporte e processamento que o XML. Adicionalmente, tem como vantagem ser nativamente interpretada pelos *browsers*, pelo que se está a tornar no *standard* de facto para codificação de

informação na *web*.

Por estes motivos, recomenda-se que, por omissão, o formato JSON seja usado em interfaces REST ou ambientes SOA para codificação de dados.

Play Framework

O Play Framework é fortemente inspirado no Ruby on Rails e, por isso, tem bastantes similaridades. O Play Framework usa Java (e Scala) para construir aplicações mas não segue os conceitos Java Enterprise Edition, o que o torna muito mais simples, mas também muito mais produtivo e fácil de fazer *deploy*. As aplicações desenvolvidas em Play Framework podem ser executadas através do Netty embebido na *framework* ou podem ser empacotadas num ficheiro WAR.

Um estudo comparativo entre várias *frameworks* de desenvolvimento de aplicações *web* (*server side*), feito pelo Grupo de Coordenação Tecnológica, mostrou que a produtividade em Play Framework é bastante próxima da produtividade em Ruby on Rails e, por isso, pode ser uma boa opção para as equipas que queiram manter o desenvolvimento em Java por não terem competências em Ruby.

Na PT Inovação há já alguns sistemas desenvolvidos em Play Framework.

Rails

O Rails (Ruby on Rails) é uma *framework open source* de desenvolvimento de aplicações *web*, concebido para melhorar a produtividade do programador de forma sustentada. É baseado em *patterns* e paradigmas bem conhecidos como “*convention over configuration* (CoC)”, “*don’t repeat yourself* (DRY)”, “*active record*” e “*model-view-controller* (MVC)”.

O Ruby on Rails foi extremamente revolucionário e fez um grande estrondo quando apareceu. Um vídeo do seu criador, em que demonstra como construir um *blog* do zero em 15 minutos, ficou famoso (podem fazer *download* do vídeo aqui: [rubyWeblogIn15Mins.mp4](#)) e de repente todas as formas tradicionais de fazer aplicações *web* pareciam ser extremamente trabalhosas e desadequadas. O que se assistiu a seguir foi ao aparecimento de várias *frameworks*, em praticamente todas as linguagens, que tentavam de uma forma ou de outra copiar os pontos fortes do Ruby on Rails.

Hoje em dia, a diferença de produtividade entre quem trabalha em Rails e quem trabalha noutra *framework* inspirada no Ruby on Rails já não é tão grande como foi. No entanto, o Ruby on Rails continua a ser o modelo a seguir e pelo qual todos os outros se tentam orientar.

Na PT Inovação há já vários sistemas a utilizar Ruby on Rails. Apesar de ser mais fácil a utilização de Ruby on Rails quando se desenvolve um sistema do zero, utilizando JRuby é bastante fácil utilizar Ruby on Rails mistu-

rado com uma aplicação *legacy* desenvolvida em Java, pois o componente desenvolvido em Ruby on Rails pode ser empacotado num ficheiro WAR, partilhando o JBoss ou Tomcat com a aplicação *legacy*. Esta é uma excelente forma de dotar uma aplicação de uma interface REST, por exemplo, pois a natureza dinâmica do Ruby facilita muito o tratamento das mensagens JSON, cuja estrutura pode variar ao longo do tempo.

Scala

O Scala é uma linguagem de programação *object-oriented* e funcional, com uma sintaxe bastante mais concisa que o Java. Na realidade, muitas das decisões que estiveram na base do desenho do Scala tiveram a ver com o querer endereçar as críticas ao Java. O Scala, tal como o JRuby, corre em cima da *Java Virtual Machine* e, por esse motivo, é bastante fácil a sua integração com Java. A sua utilização tem vindo a crescer de forma significativa, mas este é ainda um dos pontos fracos da linguagem, pois possui ainda uma comunidade de utilizadores bastante reduzida, comparando com Ruby, por exemplo.

Apesar de também fazer sentido utilizar Scala por si só, a grande motivação para a referirmos tem a ver com a sua utilização no Play Framework.

6.3. Evitar

GWT

O GWT (*Google Web Toolkit*) surgiu da necessidade de desenvolver aplicações *web* que corresse de forma igual nos diversos *browsers*, quando o IE6 e IE7 eram ainda os *browsers* dominantes. Como as implementações de JavaScript e HTML eram bastante incompatíveis entre o IE, Firefox e Chrome, o desenvolvimento de uma aplicação *web* que funcionasse de igual forma em todos era uma complicação muito difícil de resolver. Adicionalmente, o GWT tornava possível o desenvolvimento de aplicações *client side*, usando tecnologias tipicamente associadas ao *server side*, o Java.

Com a evolução dos *browsers*, a explosão na utilização de JavaScript, o aparecimento de *polyfills* e *frameworks* Javascript, as vantagens da utilização GWT desvaneceram-se, ficando só as dificuldades: compilação de Java, dificuldade em fazer *debug*, complexidade, ineficiência, etc.

Por estes motivos, recomendamos que seja planeada a evolução dos sistemas que ainda são mantidos em GWT para HTML5, assim que possível.

XML

O XML, como formato de representação, foi revolucionário e rapidamente se tornou um *standard*. O seu aparecimento abriu caminho e potenciou diversas outras tecnologias. No entanto, o XML possui alguns problemas, pois é bastante *verbose* o que o torna pouco

eficiente e bastante gastador de largura de banda, difícil de ler por seres humanos, além de a sua codificação e decodificação exigir algum poder computacional. Com o crescimento dos serviços móveis e a necessidade de aplicações mais eficientes e iterativas, o XML não era a melhor opção.

O aparecimento de formatos como o JSON para representação da informação e o YAML para ficheiros de configuração rapidamente substituíram o XML nessas funções com benefícios óbvios de eficiência e legibilidade.

Struts2

O Struts 2 é uma *framework* já bastante antiga (2006) da Apache para o desenvolvimento de aplicações *web* integrado em ambiente J2EE. Esta é mais uma das *frameworks* que ficaram “obsoletas” com o aparecimento de *frameworks* como o Ruby on Rails. Recomendamos que seja evitado e substituído assim que possível por Ruby on Rails ou Play Framework.

“Craig R. McClanahan is a programmer and original author of the Apache Struts framework for building web applications. He was part of the expert group that defined the servlet 2.2, 2.3 and JSP 1.1, 1.2 specifications. He is also the architect of Tomcat’s servlet container Catalina.

*I’ve gone over to the dark side :-) and much prefer to develop in Rails -- for the conciseness mentioned above, but also because I don’t ever have to do a “build” or “deploy” step during my development cycle any more. But you guys and gals need to be reminded that *this* is the kind of thing you are competing against if you expect to attract Rails developers ... or to avoid even more “previously Java web developer” defectors like me :-)”*

<http://markmail.org/thread/qfb5sekad33eobh2>

SpringMVC

O SpringMVC é um componente da Sprint Framework, da SpringSource, uma divisão da VMWare. A sua filosofia é parecida com a do Struts 2 (mesmos conceitos, ênfase na configuração,...). Pela nossa análise, é apenas ligeiramente mais produtivo que o Struts 2.

É mais uma das *frameworks* tornadas “obsoletas” pelos mais modernos e produtivos Ruby on Rails e Play Framework.

Flash

O Flash foi durante muitos anos a forma de fazer aplicações *web* interativas e que tinham o mesmo comportamento e aspeto em todos os *browsers*. No entanto, havia um preço a pagar pela sua utilização: era uma das principais causas de problemas nos *browsers* (*crashes*,

memória, etc.), tem um histórico de falhas de segurança enorme, não funcionava nos *smartphones*, obrigava a um *download* extra e era bastante menos amigável e eficiente que uma aplicação nativa HTML.

Com a evolução dos *browsers*, melhor suporte a HTML5 e o crescimento do móvel, o Flash caiu em desuso e a sua utilização deixou de ser necessária, sendo ainda visto em páginas “*legacy*” ou feitas por entidades menos evoluídas tecnicamente.

Java Applets

Tal como o Flash, as Java Applets foram em tempos bastante populares como forma de criar aplicações interativas a correr no *browser*. Tal como o Flash, as *applets* Java causam imensos problemas de instabilidade, segurança e usabilidade, não sendo suportadas em dispositivos móveis, pelo que as que hoje ainda se mantêm são de sistemas legados ou de entidades com menor capacidade técnica para evoluir essas aplicações para tecnologias adequadas baseadas em HTML5.

7. Metodologias e Práticas



Figura 5 - Metodologias e Práticas

7.1. Experimentar

DevOps

DevOps é uma metodologia que tenta resolver os problemas entre as pessoas do desenvolvimento e as pessoas das operações. As pessoas do desenvolvimento querem implementar novas funcionalidades rapidamente, pois a sua produtividade está normalmente associada à quantidade de novas funcionalidades que conseguem introduzir num sistema por unidade de tempo. Mas novas funcionalidades trazem instabilidade e obrigam a mexidas no sistema em produção. As pessoas das operações querem evitar mexidas, pois assim minimizam a possibilidade de problemas e de instabilidade do sistema, pois a sua produtividade está normalmente associada ao tempo que o sistema está em cima.

O DevOps pretende resolver este conflito de interesses (e outros relacionados) e consiste em juntar na mesma

equipa as pessoas do desenvolvimento e das operações, onde ambas as partes trabalham para um mesmo fim. As equipas que funcionam desta forma normalmente evoluem para a utilização de um conjunto de técnicas associadas que elevam a qualidade final do sistema, como por exemplo, mecanismos de Integração Contínua, “*infrastructure as code*”, instalações automatizadas (via Ansible, Chef, Puppet, ...). Adicionalmente, os requisitos de instalação e operação do sistema passam a ter mais relevância o que leva à evolução do sistema para que seja mais fácil de instalar e operar.

Continuous Integration

Continuous Integration é uma técnica usada no desenvolvimento de *software* que consiste na utilização de um servidor de integração contínua (ex.: Jenkins) que monitoriza o repositório de código fonte por alterações, e quando estas acontecem, automaticamente as vai buscar e executa uma compilação e um conjunto de testes automáticos, para detetar quaisquer problemas que tenham sido introduzidos. A ideia é tentar encontrar os erros o mais cedo possível, para minimizar o impacto destes e custo de correção dos mesmos.

Para utilizar esta técnica, é necessário que o sistema possua *builds* e testes automatizados, e que o seu código fonte esteja a ser gerido num repositório de controlo de versões, como por exemplo, o Subversion ou o GIT.

Scrum

O Scrum é a metodologia ágil mais conhecida e, apesar de poder ser aplicada a qualquer tipo de projeto, é mais utilizada no desenvolvimento de produtos de *software*. O Scrum é bastante mais eficiente em projetos para os quais é mais difícil fazer um planeamento detalhado e por isso haverá mais incertezas, porque os requisitos podem ser bastante voláteis, ou o domínio do problema ou as tecnologias não estão totalmente dominadas.

A adoção de metodologias ágeis em geral e do Scrum em particular tem crescido significativamente nos últimos anos e há bastantes estudos que demonstram que estas metodologias funcionam e que trazem bastantes

benefícios, como por exemplo:

- Sistemas com menos defeitos;
- Resultados obtidos mais rapidamente;
- Sistemas mais alinhados com as necessidades dos clientes;
- Equipas de desenvolvimento e clientes mais satisfeitos.

No âmbito da PT Inovação, e devido à forma como estamos estruturados do ponto de vista organizacional e de processos, será difícil a adoção de Scrum em larga escala. No entanto, aconselhamos às equipas de desenvolvimento que, se tiverem oportunidade e queiram experimentar Scrum, nem que seja internamente e sem envolver o cliente final, o façam de forma controlada. O GCT fará os possíveis para dar o apoio necessário à iniciativa.

7.2. Adotar

REST

REST é acrónimo de *Representational State Transfer*, sendo um conjunto de regras e conceitos prescritos para o desenho de arquiteturas orientadas ao serviço sobre a infraestrutura HTTP. O REST é hoje a forma *standard* de facto para disponibilização de interfaces (APIs) na *web* e, apesar de ainda encontrarmos algumas entidades que utilizam SOAP, a grande maioria das APIs públicas utilizam REST+JSON.

Uma interface baseada em REST+JSON é bastante mais simples de implementar, não necessita de ferramentas para processar WSDLs, gerar código, *parsers* de XML e toda a panóplia de coisas que normalmente vemos associadas às velhas interfaces SOAP. Como as interfaces REST são baseadas em conceitos de Recursos e Representações, o seu desenho normalmente facilita a construção de interfaces mais bem organizadas e *future proof*. Adicionalmente, uma interface REST é normalmente muito menos “verbose” que o equivalente em SOAP, o que a torna mais eficiente especialmente em sistemas móveis e redes com menor capacidade.

7.3. Evitar

WS-*

O termo WS-* é normalmente utilizado como referência genérica ao conjunto de especificações de *web services* que utilizam o prefixo “WS-”, como por exemplo, *WS-Addressing*, *WS-Discovery*, *WS-Federation*, *WS-Policy* ou *WS-Security*. Tal como no caso do SOAP, a utilização deste tipo de especificações está a cair em desuso cada vez mais, sendo gradualmente substituída por abordagens mais simples e eficientes baseadas em

princípios REST e JSON.

No entanto, na complexidade dos típicos ambientes “*enterprise*” e sistemas legados, ainda é fácil encontrar sistemas que obrigam à utilização de SOAP e WS, sendo que é natural que alguns comecem entretanto a evoluir para suporte também de REST e JSON.

8. Radar Tecnológico: como é feito?

Esta secção resume a metodologia que está por trás da elaboração do Radar Tecnológico.

O Radar Tecnológico é propositadamente apresentado de uma forma resumida, permitindo ao leitor:

- Aprofundar os seus conhecimentos em determinado assunto abordado no Radar;
- Conhecer os critérios de seleção e classificação de determinado assunto;
- Acompanhar a evolução histórica de qualquer assunto abordado no Radar.

Alguns itens possuem páginas mais detalhadas no Portal de Coordenação Tecnológica e nesses casos incluiremos *links* para essas páginas.

8.1. Critérios

Infelizmente, tentar antecipar as tendências tecnológicas e de mercado não é uma ciência exata e por isso poderemos errar. Mesmo sabendo que a utilização de uma determinada tecnologia traz vantagens, é necessário analisar a realidade da PT Inovação e tentar perceber como é que essa tecnologia seria recebida ou utilizada no nosso contexto e, por isso, nem sempre será claro que a melhor tecnologia será a mais indicada para nós. Na análise que fazemos das tecnologias, temos em conta diversos fatores, como por exemplo:

- **Benefícios:** quais os potenciais benefícios que a utilização da nova tecnologia trará aos produtos e soluções desenvolvidos pela PT Inovação (ex.: eficiência ou redução do esforço de desenvolvimento, melhoria de *performance* ou desempenho do sistema final, redução de custos, etc.);
- **Custos de mudança:** quais os custos de adoção da nova tecnologia, quão fácil será adotar a nova tecnologia, quais as barreiras à adoção (ex.: familiaridade com tecnologias relacionadas, alterações de métodos, processos ou ferramentas de desenvolvimento, curva de aprendizagem, etc.);
- **Maturidade e suporte:** até que ponto a tecnologia está suficientemente madura e robusta para ser utilizada em produtos críticos com necessidade de funcionamento 24x7 e com que faciliti-

dade conseguimos resolver algum problema que surja relativo à tecnologia (ex.: facilidade em encontrar suporte);

- **Popularidade e *roadmap*:** qual a base de utilizadores da tecnologia e se essa comunidade está em crescimento, estagnada ou em declínio, bem

como a evolução prevista em termos de funcionalidades, estabilidade de interfaces, bibliotecas, etc.;

- **Utilização interna da tecnologia:** se já utilizamos, de forma deficitária ou em excesso, se usamos para o fim correto, etc.



02 | Customer Experience



06 | SEM: *Service Experience Management* [pp. 51-58]

07 | O utilizador no centro do *design* para sistemas de suporte às operações
[pp. 59-66]

08 | O utilizador como elemento chave para a inovação [pp. 67-75]

09 | Smartdata e segurança [pp. 76-84]

06

SEM - SERVICE EXPERIENCE MANAGEMENT



Luís Reis
(PT Inovação)



Mário Rui Costa
(PT Inovação)



Miguel Santos
(PT Inovação)



Paulo Pereira
(PT Inovação)



Rui Calé
(PT Inovação)

RESUMO

Este artigo aborda um aspeto particular de *Customer Experience Management*, designado por *Service Experience Management*, que diz respeito às atividades necessárias para, face aos recursos limitados das redes, fornecer uma experiência de utilização adequada às necessidades e expectativas do utilizador.

Aqui se caracteriza e defende um “ecossistema” aplicacional capaz de avaliar e agir sobre vários aspetos que influenciam essa experiência, contribuindo para a criação de uma identidade de serviço no operador e de uma cultura de relacionamento entre o utilizador e o operador, promovendo a retenção do cliente, o incremento no uso dos serviços subscritos e novas aquisições.

PALAVRAS-CHAVE

Service Experience Management, SEM, Customer Experience Management, CEM, QoE, Online Charging, Policy Control, NQM, SQM, CQM



1. Introdução

imagem da sociedade moderna é a de uma sociedade conectada e interativa, onde o acesso à informação é omnipresente e a capacidade de comunicar entre si é vista como uma realidade inquestionável. Esta sociedade respira tecnologia e os próprios hábitos sociais sofreram alterações para albergar a sede de informação e de partilha de conteúdos, de tal forma que se acredita que possa estar a decorrer uma alteração significativa no relacionamento, seja no meio pessoal, seja no meio empresarial.

Estão a surgir, cada vez mais, novos intervenientes no fornecimento de serviços para esta sociedade nova. Intervenientes que nasceram já com esta realidade, onde se assume uma conectividade de excelência para a disponibilização de serviços, e onde se percebe, desde o primeiro momento, que a inovação, a agilidade e a capacidade de oferecer algo diferenciador é na realidade aquilo que pode permitir obter e, mais importante ainda, manter um cliente satisfeito.

É neste domínio desafiante que se movimentam e concorrem entre si os operadores de telecomunicações, ou melhor, os *Communication Service Providers* (CSP), como são agora conhecidos. Esta concorrência tem provocado, como reação imediata e habitual, uma guerra de preços, que apesar de bem recebida pelo cliente, propicia apenas um grau de satisfação momentâneo, sem apresentar na realidade nenhum fator diferenciador que permita manter essa satisfação e alavancar novas vendas.

Pior, deixa espaço aos tais elementos quasi-nativos das novas sociedades, também conhecidos por *Over The Top*, para se afirmarem como sendo eles próprios quem fornece o serviço que o cliente final está disponível a pagar, relegando para segundo plano o que na realidade permite.

Que abordagem deve, então, seguir um CSP que pretenda vingar nesta provocante realidade?

Claro que existem abordagens mais simples e abordagens mais complexas e a escolha é normalmente determinada por aquilo que o próprio CSP pretende como a sua visão para o futuro.

Este artigo endereça uma solução diferenciadora para os CSP que se pretendem posicionar como a escolha certa daqueles para quem a qualidade com que acedem à informação e aos conteúdos é extremamente relevante e para quem o local ou a rede que têm dis-

ponível é algo com que não se querem preocupar. Ao endereçar este público que privilegia a experiência de utilização do serviço, o CSP potencia não só a fidelização da utilização dos seus serviços, como também se torna um sério candidato a parceiro de excelência dos OTT que definem as tendências e ainda alavanca a probabilidade de monetizar os seus próprios serviços avançados.

2. Service Experience Management

2.1. O contexto de Service Experience

O TMForum propõe uma abordagem holística para todos os aspetos da relação com o cliente [1], cobrindo todos os pontos de contacto dessa mesma relação, num enquadramento que denomina de *Customer Experience Management* (CEM). Numa perspetiva de “ciclo de vida” do cliente são considerados 3 grandes momentos:

- **Buying:** a compra, que envolve o contacto com o produto e o seu fornecedor, as várias formas de interação, e a escolha do produto;
- **Using:** a utilização, que diz respeito a todos os aspetos de consumo do produto, à sua gestão pelo cliente e aos pagamentos;
- **Sharing:** a partilha, que lida com assuntos como novas aquisições, lealdade, influência noutros clientes, *feedback*,... até uma eventual descontinuação.

Em qualquer um destes momentos, e nas variadas situações de negócio que os compõem, está presente um princípio fundamental: o cliente é o centro de toda a operação e toda a operação converge para a sua satisfação.

Um período importante de todo este ciclo de vida é o da utilização *de facto* dos serviços, referida atrás como *Using*: estão aqui os grandes “momentos de verdade” da relação entre o CSP e o cliente. A gestão desses momentos designa-se por **Service Experience Management (SEM)**.

Service Experience Management diz respeito às atividades necessárias para fornecer ao cliente uma

experiência de utilização (*Using*) excelente para cada serviço, para que a sua relação com o fornecedor do serviço se mantenha fiel e potencie novas aquisições (*buying/sharing*).

A Figura 1 ilustra a forma como se define o SEM, do ponto de vista do ciclo de vida mais alargado da experiência de cliente (CEM).

Pretendemos, com esta abordagem, descrever e criar um ecossistema em que seja possível estabelecer um ciclo virtuoso entre a utilização do serviço, a informação que é relevante para essa utilização e as regras que podem definir, a cada momento, a forma como o serviço é entregue.

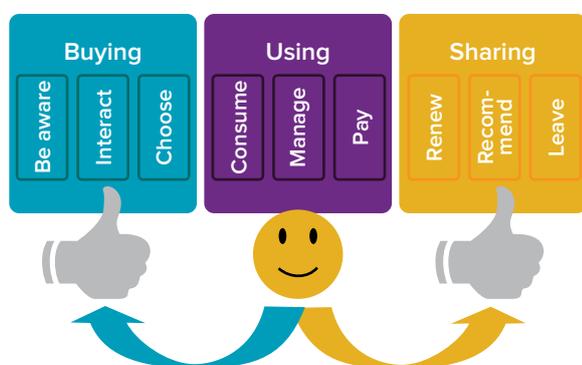


Figura 1 - Ciclo de vida de SEM

2.2. O ciclo de Service Experience

Com a abordagem SEM passamos da ideia de um serviço fornecido de forma estática, em que a experiência da sua utilização depende de forma não controlada de todos os fatores “climáticos” das redes e plataformas, para um outro em que essa experiência é constantemente monitorada e otimizada.

O ecossistema de *Service Experience* surge então como um ciclo fechado de controlo, em que a execução (**Service Execution**) produz dados, que resultam em informação relevante, criando no operador uma consciência do contexto do serviço (**Service Awareness**), que é usada por mecanismos de controlo de serviço (**Service Control**) em conjunto com outra informação de gestão (nomeadamente as regras de negócio aplicáveis) para implementar políticas que, por sua vez, condicionam e determinam a própria execução do serviço (Figura 2), nomeadamente:

Service Execution: É o serviço tal como é entregue aos seus utilizadores. Pode assumir naturezas diversas e envolve normalmente a participação de um conjunto de elementos de rede e plataformas que produzem da-

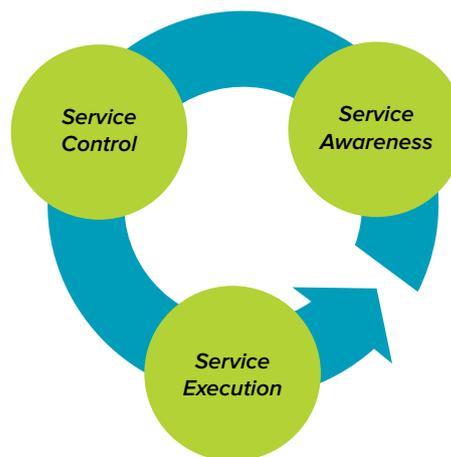


Figura 2 - Ciclo de Service Experience

dos que podem ser recolhidos e correlacionados: MIBs, CDRs, Logs, registos de falha, de desempenho, etc...

A execução dos serviços pode ser condicionada por fatores de controlo, como *Online Charging* ou *Policy Control*.

Service Awareness: Os dados resultantes da execução dos serviços que são obtidos das redes e plataformas, correlacionados com outros produzidos pelos sistemas de suporte da operadora (ou mesmo de fontes externas), produzem informação que forma uma *Consciência* dos mesmos serviços, tanto do contexto imediato da entrega quanto de carácter mais histórico.

Esta *Consciência* alimenta a tomada de decisões ao nível do Controlo do Serviço de três formas:

- Disponibilizando *Relatórios*, que suportam decisões de gestão, que poderão passar pela aplicação de novas regras ou alteração de condições das atuais.
- Combinando várias métricas de rede/serviço em *Indicadores* que poderão ser monitorados no âmbito de políticas de controlo de serviço como condições de regras.
- Dando origem a *Eventos/notificações* que desencadeiem a aplicação de políticas.

Service Control: Os indicadores que traduzem a *Service Awareness* e outra informação disponível sobre o serviço e os seus utilizadores são usados para alimentar as Condições que constituem as *Regras* que são aplicadas no âmbito de Políticas (*Policies*). A aplicação das políticas de controlo de serviço é desencadeada por Eventos, que poderão ter diversas origens:

- Rede e plataformas de serviço;
- *Service Awareness*;
- Sistemas de suporte;
- Interações com o utilizador.

A execução das *Regras* determina *Ações*, que poderão ir desde uma simples notificação ao utilizador até ao controlo efetivo da entrega do serviço. Esse controlo pode ser exercido de variadas formas, que dependem da natureza do próprio serviço. Por exemplo, um serviço de acesso à Internet pode ser controlado por bloqueios, redirecionamentos ou alterações de QoS.

A Figura 3 ilustra esta mecânica de controlo de serviço.

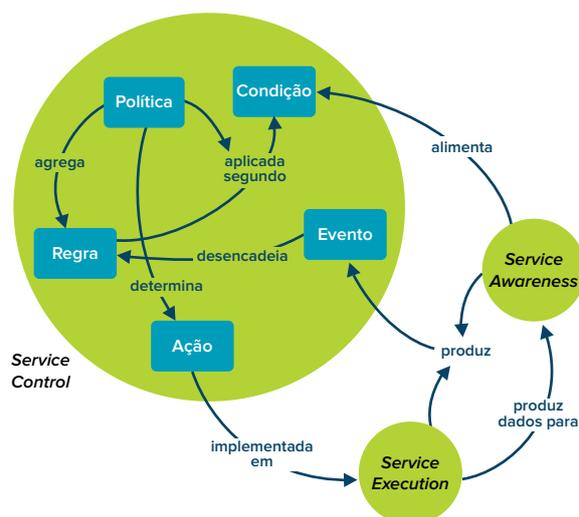


Figura 3 - Service Control

Um dos aspetos importantes para SEM é a comunicação com o utilizador do serviço. Informar nos momentos chave e suportar a tomada de decisões, refletindo-a de imediato e de forma sensível, são o garante de uma relação próxima e de uma otimização constante.

Essa comunicação pode ser suportada “*in-band*”, usando canais de comunicação associados ao próprio serviço, ou “*out-of-band*”, usando quaisquer outros canais.

2.3. Requisitos do ciclo de controlo de SEM

Para que possamos falar de um Ciclo de Controlo de *Service Experience* há um conjunto de condições fundamentais:

- 1) *Awareness-Control-Execution* devem alimentar-se mutuamente, formando o ciclo de controlo descrito atrás;
- 2) O ciclo de controlo deve fechar-se em tempo útil. Isto é, deve ser possível intervir na entrega do serviço nos momentos chave que forem para isso determinados, sem perturbar a experiência de utilização;
- 3) *Awareness* deverá ser relativa ao contexto do serviço como um todo, mas também ao contexto de cada um dos utilizadores, permitindo assim uma experiência personalizada.

2.4. Service Experience Management no terreno

Uma utilização de serviço sem qualquer tipo de controlo da experiência é cada vez menos comum. No processo de evolução para um mundo de serviços digitais têm sucessivamente (e por razões variadas) sido introduzidos diversos mecanismos de controlo que recolhem e usam alguma informação de contexto e aplicam regras que têm efeito sobre a utilização dos serviços.

Os sistemas de **Policy Control & Charging (PCC)**, permitem combinar, em tempo real, informação de contexto de sessão e de cliente/utilizador para aplicação de regras de cobrança ou de consumo. Surgem os mecanismos de controlo de custos, *Fair Usage Policies* e controlo de congestão – entre outros - implementados em sistemas como o PCRF ou o OCS [3].

Nestes sistemas, a componente de *Awareness* é quase sempre local e as suas fontes limitadas à informação obtida diretamente via interfaces de controlo (de *charging/policy*) e às configurações de subscrição de serviços/utilizadores.

No que respeita ao *Service Awareness*, muita da informação “interessante” está distribuída por diversos sistemas de *Assurance*, que a utilizam em contextos específicos, para fazer face a requisitos de negócio. Os dados são recolhidos diretamente dos Elementos de Rede e Plataformas ou com a ajuda de sistemas de *probing/monitoring*. A replicação de dados pelos vários sistemas é regra e não existe uma consciência comum do contexto do serviço.

Uma perspetiva holística da informação gerada começa a surgir, com a adesão progressiva aos princípios do *Big Data* [2].

A comunicação com o utilizador é assumida por cada um dos sistemas no seu contexto próprio, resultando frequentemente num modelo de interação percebido pelos clientes como desconexo, contribuindo portanto para uma fraca experiência de serviço.

Os sistemas de *Self Management* que surgem vão permitindo a gestão direta de determinados aspetos dos serviços pelos seus utilizadores, mas ainda não se encontram integrados de forma que a sua utilização seja apenas mais um aspeto de uma experiência de serviço multifacetada e coerente.

3. Ecosistema PT Inovação de Service Experience Management

A PT Inovação dispõe no seu portefólio de um conjunto de produtos e competências que lhe permitem endereçar todo o ciclo de *Service Experience*, podendo contribuir com soluções completas para a melhoria da qualidade da experiência de serviço.

A “consciência” dos serviços - seja do ponto de vista da rede ou do utilizador - é criada por produtos como o **Altaia**, à custa da recolha de informação que o **Network Activator (NA)** faz de elementos de rede, plataformas de serviços e sistemas de informação de suporte ao negócio e à operação.

Plataformas especializadas no controlo de serviço, como o **IP-Raft** ou o **O²CS** oferecem um conjunto alargado de mecanismos *standard* (Gy/Ro, Gx...) [3] e não-*standard* de interação com as redes e plataformas de serviços.

Na entidade do terminal móvel, a aplicação móvel **myConnect** faz gestão de conectividade local e de mobilidade entre redes, colaborando com o IP-Raft para a implementação de políticas e fornecendo informação chave de contexto local.

De forma geral, as várias plataformas de rede e serviços, que não são abordadas neste artigo, fornecem os mecanismos necessários para a implementação das políticas.

Apresentam-se, de seguida, alguns dos produtos PT Inovação que tem um papel importante no ecossistema SEM. A Figura 4 mapeia cada um dos sistemas na área SEM em que a sua intervenção é mais relevante.

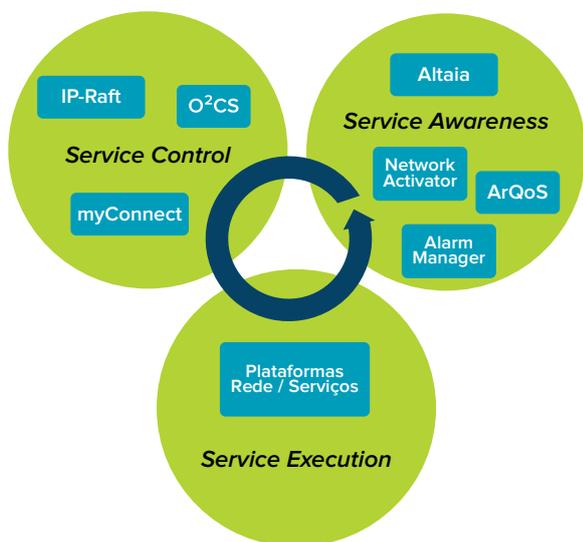


Figura 4 - Mapeamento de produtos PT Inovação

Altaia

O Altaia é um sistema que atua no contexto da gestão da qualidade de serviço e desempenho. Implementa a análise constante da qualidade de serviço garantida pela rede, o desempenho do serviço, bem como a sua fiabilidade e disponibilidade.

Uma das suas componentes estruturantes é o cálculo e produção de indicadores de desempenho da rede e

da qualidade do serviço. As métricas de desempenho da rede são calculadas, quer a partir de dados coletados diretamente pelo Altaia, quer a partir da informação disponibilizada pelo sistema de mediação e de gestão dos recursos de rede – Network Activator (NA). O Altaia calcula, tanto a partir de coleta direta, como a partir da informação disponibilizada pelo ARQoS, indicadores da qualidade de serviço.

Os indicadores produzidos pelo sistema – *Key Performance Indicators* (KPI) e *Key Quality Indicators* (KQI) - são armazenados e posteriormente utilizados para análise a dois níveis: nível do cliente individual, para atuação mais incisiva e direta na utilização do serviço; nível agregado, para atuação estratégica no planeamento das ações a operar na rede e nos serviços. No enquadramento SEM, o papel de gestão centralizada de indicadores e a capacidade de geração de eventos relacionados com os mesmos torna o Altaia um sistema fundamental nos processos de *Service Awareness*. Exemplo de um desses processos é a geração de eventos pelo Altaia quando identifica degradação no desempenho da rede. Serão esses eventos os responsáveis por, posteriormente, desencadear a configuração dos elementos de rede a ser operada por outros sistemas e – num contexto de *Service Experience* – estimularem as funcionalidades de controlo capazes de intervir diretamente na entrega do serviço ao utilizador.

No enquadramento SEM colocam-se, contudo, novos desafios que corporizam o *roadmap* de evolução do Altaia. Um dos desafios mais relevantes é a correlação das métricas de qualidade de serviço com métricas relativas à caracterização do cliente, como o *Customer Life Time Value*, o *Net Promotor Score* ou a *Churn Rate*. O enriquecimento da informação da qualidade de serviço com a informação específica de cliente permitirá a aplicação de outro tipo de políticas de controlo ao nível da rede e dos serviços. Ou seja, políticas definidas em função das prioridades estabelecidas por uma estratégia centrada na experiência do cliente.

Alarm Manager

O Alarm Manager é um sistema que atua no contexto da gestão de falhas. Implementa a aquisição de eventos de rede, formata e adapta os mesmos para que sejam correlacionados em alarmes.

Sobre esses alarmes são aplicados algoritmos, baseados em regras de negócio, que desencadeiam o envio de informação relativa a anomalias dos meios de serviço para outros sistemas. Esses podem ser sistemas de registo e controlo de problemas ou sistemas que controlam e aplicam políticas nas redes e serviços.

O Alarm Manager implementa, como resultado da correlação entre alarmes, a funcionalidade de previsão e determinação da causa principal da falha. Estas funcio-

nalidades permitem o diagnóstico proativo de problemas em tempo-real e, especialmente relevante, em antecipação ao cliente.

A coleção de eventos de rede e o modelo de previsão de causa da falha posicionam o Alarm Manager como meio de obtenção de informação de *Service Awareness* e um importante *enabler* para mecanismos de reação rápida que permitam minimizar o impacto nos serviços das condições anómalas que são reportadas pelos alarmes.

ArQoS

O ArQoS fornece, de forma centralizada, meios para a monitoria da qualidade de redes e serviços.

A monitoria é efetuada recorrendo a chamadas ou ligações de prova realizadas através de pontas de prova intrusivas e não intrusivas (*probing*). Cabe destacar o processo de avaliação da qualidade do serviço percebida pelo cliente através da utilização de sondas intrusivas. Este processo permite simular a utilização que um eventual cliente faria do serviço.

Os dados resultantes quer da medição da prestação do serviço, quer da qualidade percebida na utilização do serviço são posteriormente informados a outros sistemas, como o Altaia, para gestão de métricas de desempenho e de qualidade.

Num enquadramento SEM, o ArQoS atua como meio de obtenção de informação de *Service Awareness*.

O²CS

O O²CS é um sistema integrado de *charging online* e *offline*, altamente flexível, capaz de se adaptar às mais diversas realidades de entrega de serviços e da sua cobrança.

A componente de *Online Charging* (3GPP OCS) do O²CS é um elemento importante de controlo da experiência de serviço, normalmente ligado à sua “monetização”. Quando um serviço é cobrado *online*, a decisão de, por exemplo, aplicar um desconto em função de um qualquer aspeto de *User Experience* é implementada aqui.

O O²CS encerra elementos que fornecem informação importante sobre o contexto de entrega de serviços, baseado na função de *Balance Management* deste sistema que mantém a informação de dinâmica de saldos, limites de consumo monetário, *TopUps*, etc., fundamentais para a tomada de decisões em tempo real no âmbito dos processos de *online charging*.

No enquadramento SEM, o papel de controlo *online* de serviço do O²CS, bem como os *assets* de informação privilegiada disponíveis para as decisões de controlo (cadastro da informação de monetização dos serviços,

histórico de utilização de serviços, contexto dos serviços em utilização em cada momento, recursos disponíveis para a monetização dos serviços) tornam o O²CS um ator fundamental nos processos de *Service Control* e uma importante fonte de dados para os processos de *Service Awareness*.

IP-Raft

O IP-Raft cobre aspetos fundamentais do controlo da Experiência de Serviço.

Desempenha a função de **PCRF** (*Policy and Charging Rules Function*), que é o principal ponto de decisão para a aplicação de *Policies* na rede móvel que permitem o *enforcement* de comportamentos de serviço (por exemplo, o QoS de uma sessão de dados).

Apesar de a função PCRF ser um *standard* para rede móvel [3], o IP-Raft implementa um motor de políticas agnóstico à rede, podendo, neste contexto, desempenhar as mesmas funções para qualquer outra rede.

O suporte à função **ANDSF** (*Access Network Discovery and Selection Function*) [4], permite ao operador decidir, num sistema de rede, como é o IP-Raft, o conjunto de regras a aplicar localmente nos terminais móveis por via da aplicação **myConnect**, aproximando assim ainda mais o SEM do utilizador final.

No enquadramento SEM, os mecanismos de decisão e aplicação de políticas de acesso e comportamento de serviços dão ao IP-Raft um papel fundamental no suporte aos processos de *Service Control*.

myConnect

O myConnect é uma aplicação sediada no terminal móvel (*smartphones, tablets, laptops...*), que funciona como ponto de implementação (*enforcement*) de políticas de controlo de acesso às redes, fornecendo um mecanismo de seleção entre redes (WiFi, 3G, 4G...) transparente para o utilizador, oferecendo-lhe uma sensação de “*Always Best Connected*”. Este mecanismo é suportado em *policies* que podem ser definidas em tempo real pelo operador usando o servidor ANDSF disponibilizado pelo IP-Raft.

Podemos, portanto, afirmar que se trata de um “braço” dos mecanismos de controlo de serviço no terminal móvel, o qual representa um papel cada vez mais importante em todo o ecossistema de *Service Delivery*.

4. Caso de uso

Nesta secção apresenta-se um caso de uso baseado na colaboração de vários sistemas para melhorar a experiência de serviço num contexto específico.

Descreve-se, de forma simplificada, uma situação em que a consciência de congestão nas redes pode deter-

minar ações que, não só contrariam esse efeito, como evitam a degradação dos serviços que iria ser causada.

A Figura 5 esquematiza os vários passos, que são descritos de seguida.

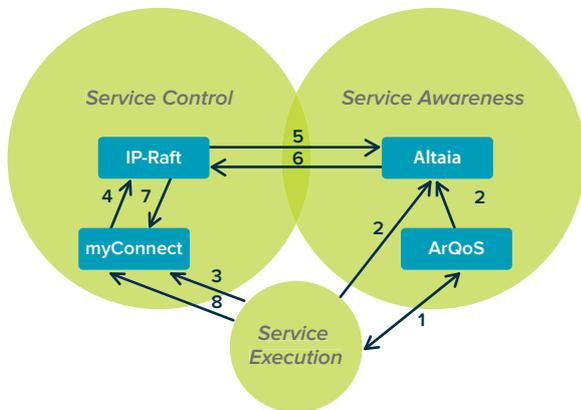


Figura 5 - Caso de uso - Controlo de Congestão

- 1) As *Probes ArQoS* realizam ações de teste intrusivo, simulando sessões de serviço e por essa via recolhendo dados que permitem aferir o estado de disponibilidade e ocupação/carga da rede;
- 2) Via *NA*, o *Altaia* recolhe diretamente dos elementos de rede dados de ocupação/carga. Com base nos dados de 1 e 2, o *Altaia* constrói um “mapa” de ocupação da rede móvel por cada zona (LAC), e das várias redes WiFi;
- 3) O terminal, com uma sessão de dados ativa na rede móvel, entra numa nova área de cobertura de rede (LAC);
- 4) O *myConnect* origina um **evento**, notificando o *IP-Raft* da mudança de localização, e reportando as redes que se encontram disponíveis. Este evento desencadeia a aplicação de uma política, em que uma das regras poderá ser a seguinte:

Evento: *Mudança de área de cobertura móvel (LAC1 – LAC2).*

Condição 1: *Nível de congestão em LAC 2 é elevado;*

Condição 2: *Existe rede Wi-Fi disponível;*

Condição 3: *Rede Wi-Fi não está congestionada.*

Ação: *Dar prioridade à ligação à rede WiFi.*

- 5) Para avaliar as condições da regra, o *IP-Raft* consulta no *Altaia* qual é o nível de congestão da rede móvel na área do LAC2 e na rede WiFi reportada;

- 6) O *Altaia* fornece a indicação do nível de congestão, que irá determinar uma decisão do *IP-Raft*;
- 7) Via *ANDSF*, o *IP-Raft* comunica ao *myConnect* que deverá dar prioridade à ligação de rede WiFi;
- 8) O *myConnect* define nova prioridade, podendo notificar o utilizador da ação e da sua causa, se a configuração da aplicação móvel assim o determinar.

Resultado:

- Foi fornecido ao cliente o melhor serviço possível para o contexto em que se encontrava;
- Foi possível otimizar recursos de rede, aliviando uma rede congestionada.

5. Conclusão

Para um *Service Provider*, o conceito ou definição de “serviço” vai muito para além da definição aceite pela indústria de comunicações nas últimas décadas. Limitar os serviços de comunicações a uma linha de comunicação que permite falar com os outros ou a um acesso de dados com “velocidade até x Mbps”, sendo ainda um estado instalado, é uma realidade obsoleta que pertence a um enquadramento social e económico do passado.

Atualmente os *Service Providers*, como a Portugal Telecom, são fornecedores de conectividade mas também de múltiplas aplicações (designadas hoje por serviços digitais) que fornecem conteúdos ricos aos utilizadores e que contribuem para a experiência de relacionamentos dos clientes com o seu fornecedor.

Proliferam outros atores da sociedade de informação (designados pelos CSP como OTT - *Over The Top*) que atuam como fornecedores de aplicações da mais diversa espécie que, não sendo fornecidas pela Portugal Telecom, são instaladas nos dispositivos dos seus clientes, e acedidas usando a conectividade fornecida pela Portugal Telecom.

Aos dias de hoje, muito “por culpa” dos inúmeros atores OTT, a sociedade em geral e os clientes da Portugal Telecom em particular são, essencialmente, utilizadores de aplicações que usam para comunicar, para jogar, para criar, para viver segundo um novo paradigma, seja num modelo *one-to-one* ou *one-to-many*.

Neste contexto, o valor do CSP, percebido pelo cliente, é o de fornecer a conectividade necessária para uma excelente experiência na utilização de aplicações, que nunca falhe, que se adapte de forma *seemless* aos meios de conectividade disponíveis, que comute entre eles de forma transparente, garantindo continuidade (*always on*) e que forneça múltiplas possibilidades de conectividade adequadas não só ao perfil de utilização

do cliente mas também à sua disponibilidade e vontade.

No final, se as aplicações falharem por não terem a conectividade adequada, falha o negócio do CSP.

Na perspectiva do CSP, para além da capacidade de fornecer a melhor conectividade e experiência de serviço, é também imperativo ter meios que permitam gerir eficientemente os recursos (redes), distribuindo a sua carga pelos recursos disponíveis, garantindo o uso dos recursos adequados ao tipo de serviço usado, identi-

ficando preventivamente problemas e isolando-os do cliente final.

Seja na perspectiva do cliente, seja na perspectiva do CSP, uma solução de *Service Experience Management* construído sobre o ecossistema de produtos de *Service Awareness*, *Service Control* e *Service Execution* da PT Inovação descritos neste artigo, fornece os meios para se evoluir do paradigma da conectividade possível para o paradigma da conectividade necessária, adequada e governada.

Referências

- [1] [TMForum CEM GB962]
Customer Experience Management – Introduction and Fundamentals, TMForum, Outubro 2013
- [2] [TMForum BigData GB979]
Big Data Analytics Guidebook, TMForum, Setembro 2014
- [3] [3GPP PCC 23.203]
Policy and Charging Control Architecture, 3GPP Rel 12, Setembro 2013
- [4] [3GPP ANDSF 23.402]
Architecture enhancements for non-3GPP accesses, 3GPP Rel 12, Junho 2014

07

O UTILIZADOR NO CENTRO DO *DESIGN* PARA SISTEMAS DE SUPORTE ÀS OPERAÇÕES



Lúcia Moreira
(PT Inovação)



Cátia Felizardo
(PT Inovação)



Luís Castro
(PT Inovação)



Ana Maltez
(PTP)



Isabel Luís
(PTP)



Francisca Coelho
(PTP)



Ricardo Ferreira
(PT Inovação)



Manuel Florêncio
(PT Inovação)

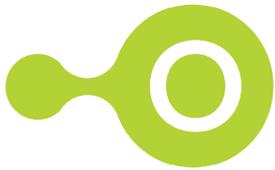
RESUMO

Os desafios inerentes às atuais redes de comunicações apontam para cenários de convergência de comunicação e informação materializada numa nova geração de serviços digitais, não só mais exigente do ponto de vista da sua disponibilidade, como da sua sofisticação na adequação e adaptação dos serviços às necessidades e expectativas dos utilizadores finais.

Neste contexto, os operadores de telecomunicações passaram a considerar na sua oferta de serviços, um perfil de atributos/características centrados na experiência do utilizador final (*customer experience*), e consequentemente alavancaram a necessidade de processos e sistemas efetivos que, além da gestão tradicional da qualidade de serviço e da disponibilidade e acessibilidade dos elementos de rede associados, forneçam meios que permitem aferir e evidenciar a qualidade da experiência do cliente na utilização dos seus serviços e garantir os parâmetros de qualidade contratados e esperados pelo cliente final.

PALAVRAS-CHAVE

Usabilidade, Interação, *User-experience*, *User-centered design*, Metodologia Iterativa de Desenvolvimento



1. Introdução

Os desafios colocados às atuais redes de comunicações apontam para cenários de convergência de comunicação e informação materializada numa nova geração de serviços digitais, não só mais exigente do ponto de vista da sua disponibilidade, como da sua sofisticação na adequação e adaptação dos serviços às necessidades e expectativas dos utilizadores finais.

Neste contexto, os operadores de telecomunicações passaram a considerar, na sua oferta de serviços, um perfil de atributos/características centrados na experiência do utilizador final (*customer experience*) e, conseqüentemente, alavancaram a necessidade de processos e sistemas eficazes que além da gestão tradicional da qualidade de serviço e da disponibilidade e acessibilidade dos elementos de rede associados, forneçam meios que permitam aferir e evidenciar a qualidade da experiência do cliente na utilização dos seus serviços e garantir os parâmetros de qualidade contratados e esperados pelo cliente final.

É também uma realidade, quer por razões de índole estratégica, quer por razões de índole técnica (desenvolvimento ágil de *software*) um cenário de integração e interoperabilidade de componentes multi-fornecedor na mesma solução tecnológica.

A expressão da experiência de utilização nestes cenários tende a ser suportada na interface *web* nos diversos canais de consumo de informação, designadamente em contexto de operação fixo ou cenário móvel. Torna-se, portanto, determinante assegurar que a conceção e implementação da solução digital aporte atributos essenciais ao nível da usabilidade e interação, como fator chave para a obtenção de maior eficácia, eficiência e satisfação.

Este enquadramento apresenta fortes desafios para a área de *user interface design* e para a sua relação com processos de suporte às operações. Para operacionalizar e implementar este tipo de soluções, a PT Inovação, na sua área de negócio dos OSS, tem vindo a desenvolver e aplicar metodologias e técnicas de *user experience design* centradas no utilizador final (UCD) à sua suite de produtos, nomeadamente ao NetQ e ao novo módulo funcional de *Customer Quality Management* (CQM) do Altaia.

2. Descrição do estado da arte

A evolução tecnológica tem vindo a conduzir à simplifica-

ção do desenho das interfaces gráficas. Uma das razões que está na origem desta mudança, de acordo com Nielsen [3], tem a ver com o aumento do número e perfil de utilizadores que hoje em dia interagem com qualquer tipo de sistemas nas mais diversas áreas de negócio.

Considerando esta amplitude de utilizadores e as suas expectativas sobre o comportamento da aplicação, têm vindo a ser produzidos, com preocupação cada vez maior, normas e *standards* como a ISO 9241, que estabelecem requisitos de usabilidade na operação com *software* [3].

Apesar de estarmos a assistir a uma evolução qualitativa na conceção de GUI do *software* que é produzido multi-indústria, ainda subsistem muitas dúvidas sobre a sua qualidade na perspetiva da eficiência e eficácia de uso. Estas dúvidas estão genericamente associadas a problemas de baixa *performance* e inadequação de uso às características da população alvo. Identificam-se, igualmente, a falta de formação na utilização do *software* e um deficitário *design* de interface como eixos complementares desta potencial baixa de qualidade do *software* desenvolvido.

Por esta razão, a conceção de um sistema deve integrar, desde a primeira fase do processo, técnicas e metodologias de *user experience*, as quais permitem, por um lado, alcançar um âmbito funcional do GUI com maior grau de assertividade na ótica da arquitetura do sistema e, por outro, diminuir o custo associado ao potencial retrabalho (sempre que existem alterações aos requisitos definidos).

Quando o estudo de usabilidade está diacronicamente dessintonizado com a *timeline* de conceção e especificação das funcionalidades a implementar num sistema, os resultados obtidos neste estudo tendem a funcionar como recomendações que, por terem forte impacto na saúde financeira do produto, são muitas vezes ignorados pela equipa de desenvolvimento.

Nielsen [3] sugere que conduzir estudos de usabilidade antes ou durante o desenvolvimento do *software* pode reduzir o seu custo total, uma vez que são consideradas menos iterações de correção.

Alguns autores como Nielsen e Seffah apontam ainda como causa para a insuficiente especificação de requisitos a distância entre a equipa de desenvolvimento e os utilizadores finais do produto, uma vez que esta raramente consegue antecipar problemas comuns na experiência da utilização do *software* que produz (o nível de *expert-*

se da equipa técnica tende a não considerar dificuldades triviais da maior parte dos utilizadores finais) e que são geradores de insatisfação na interação com o produto.

Uma das potenciais formas de mitigar este problema é considerar entrevistas, observações ou *focus group* (junto dos utilizadores finais) ou outras técnicas de *service design* no processo de desenvolvimento.

Desenhar um sistema corretamente, do ponto de vista da sua arquitetura e da experiência de utilização, é uma tarefa difícil e o processo e respetivas técnicas a aplicar devem ser sempre escolhidos em função de diversas variáveis, designadamente: contexto do projeto em que o desenvolvimento do produto/sistema ocorre; objetivos do produto/sistema; natureza do desenvolvimento (prova de conceito; melhoria de funcionalidades atuais; reestruturação da aplicação; manutenção evolutiva); orçamento disponível, entre outros igualmente relevantes para a definição da estratégia a adotar.

O elemento comum em qualquer uma das estratégias que se possam definir tende a ser o desenho da solução centrada no utilizador final *User Centered Design* (UCD).

3. Descrição do problema

User Centered Design (UCD) é uma abordagem holística no desenvolvimento de produtos e serviços, que coloca o utilizador no centro do processo e que integra informação para a especificação de toda a envolvente, contexto e características das pessoas que vão efetivamente utilizar o produto ou serviço [8].

Os modelos de UCD que colocam o utilizador no centro do processo vêm romper com o paradigma clássico de desenvolvimento de *software*, o qual privilegia a especificação de requisitos em função da tecnologia e não em função do utilizador final. Esta mudança na forma de pensar a tecnologia imprime um caráter de comunicação a toda a dinâmica de interação no ecossistema do produto.

Os processos de UCD focam-se nas necessidades, fluxos de execução de tarefas, limitações e preferências dos utilizadores finais e também nos objetivos de negócio associados ao sistema que se está a especificar ou reestruturar.

O desenho de soluções centradas no utilizador é realizado com base no desenvolvimento iterativo de ciclos de produção curtos, com funcionalidades orientadas ao utilizador final, e também adaptadas às características do ambiente real de utilização. De acordo com a norma ISO 13407:1999, o desenho desta tipologia de projetos integra quatro atividades principais, que se repetem até os objetivos de usabilidade do sistema estarem cumpridos:

- *“Requirements gathering - Understand and Specify Context of Use. Know the user, the environment of use, and the tasks that he or she uses*

the product for.

- *Requirements specification - Specifying the user and organizational requirement. Determine the success criteria of usability for the product in terms of user tasks, e.g. how quickly a typical user should be able to complete a task with the product. Determine the design guidelines and constraints.*
- *Design - Producing designs and prototypes. Incorporate HCI knowledge (of visual design, interaction design, usability) into design solutions.*
- *Evaluation - Evaluate Designs against Requirements. The usability of designs is evaluated against user tasks.”*

Por esta razão, os utilizadores que participam neste processo devem ser preferencialmente os utilizadores finais ou, em caso de impossibilidade, participantes com necessidades muito próximas das que teria o utilizador final.

Neste contexto, o racional que sustenta o desenvolvimento de soluções centradas no utilizador (foco na experiência de utilização) centra-se:

- No aumento da satisfação do cliente;
- Em minimizar erros de lógica/adaptação do produto às necessidades do cliente;
- Na melhoria da usabilidade do produto (mais fácil de utilizar).

Seguidamente apresentam-se dois exemplos de aplicações centradas no utilizador final, cujo projeto de usabilidade reflete uma estratégia distinta, de acordo com os objetivos e desafios de cada um dos produtos: sistema de teste e diagnóstico (NetQ) onde se operacionalizou uma reestruturação de produto e o novo módulo CQM do sistema de gestão de performance e qualidade de serviço Altaia, onde se executou uma estratégia de UX focada na especificação de um novo módulo funcional para o produto.

4. Caso de uso em cliente (NetQ e Altaia CQM)

4.1. Projeto UX NetQ

O NetQ é o resultado da conjugação de *know-how* adquirido no sistema Gerex (desenvolvido ao longo de mais de uma década pela PT Inovação) e do *feedback* dos seus clientes. É um sistema de teste e diagnóstico *end-to-end* de serviços em cenários multi-serviço, multi-tecnologia e multi-fornecedor. Recolhe e processa os parâmetros principais de diversas fontes (ex: plataformas de serviço, elementos de rede, *home network*,...) e de acordo com as regras configuradas fornece um

diagnóstico global do serviço. O NetQ permite ainda a realização de ações remotas, para apoio quer no âmbito duma instalação quer no âmbito duma manutenção podendo ainda ser usado para verificar a viabilidade técnica de serviços. O sistema fornece *front ends* e ferramentas especializadas para a *front office* (FO), *back office* (BO) e técnicos no terreno (*field force*).

Facilita todo o processo de diagnóstico E2E dos serviços. Agiliza os processos tornando-os mais eficientes, permitindo ganhos operacionais e uma adequação ao negócio através da flexibilidade na configuração de novos testes/ações/diagnósticos.

Tendo em conta as evoluções nos serviços em especial IPTV e consequentes necessidades de teste e diagnóstico nesta área, bem como as crescentes necessidades de melhoria de eficiência das funções de *back office*, foi proposta a reestruturação do sistema Gerex. Simultaneamente identificou-se um conjunto de premissas que conduziram à criação de um projeto de natureza mais ampla de usabilidade, designadamente:

- Foram identificados problemas na utilização do sistema por parte do cliente (tempo associado à execução de tarefas);
- Registava-se uma insatisfação genérica dos utilizadores na repetição sistemática de ações;
- Existia a necessidade de evoluir graficamente a solução para registos de interação mais atuais em termos de novas tendências *web*;
- Alinhamento com identidade da *suite* NOSSIS.

Considerando este racional, foi definida uma metodologia que enquadrou as seguintes etapas:

- 1) **Avaliação heurística:** realizada a partir de um conjunto de princípios heurísticos selecionados para o contexto de utilização deste produto e adequados à sua natureza funcional;
- 2) Realização de **entrevistas e card sorting** com *key users* (por perfil de utilização do sistema);
- 3) **Registo audiovisual dos fluxos de operação por perfil** (contexto *call center*): medição do tempo de execução de cada tarefa e respetiva sequência de navegação interaplicação;
- 4) **Blueprints:** registo e análise do ciclo de vida de interação do utilizador com o sistema na execução das principais tarefas (extração de *panic points*);
- 5) **Análise de dados** extraídos do sistema sobre funcionalidades mais utilizadas;
- 6) **Arborescência sistema** (orientação por perfil de utilizador);
- 7) **Prototipagem** baixa e alta fidelidade;

- 8) Validação com **utilizadores finais**;
- 9) Implementação de **protótipo funcional**;
- 10) **Execução do piloto.**



Figura 1 - Gerex Web (antes projeto UX)



Figura 2 - NetQ (após projeto UX)

Esta metodologia permitiu sistematizar ações orientadas a um racional de comunicação e interação focando:

- Utilizador;
- Organização modelar;
- Fluxos de operação (modelo de pergunta-resposta-ação);
- Proatividade do sistema na geração de informação contextual como suporte à tomada de decisão (*feedback*, alertas e recomendações).

Seguidamente, apresentam-se alguns dados sobre o piloto realizado (foco na área de *home network*), o qual contou com a participação de utilizadores de diversos perfis e áreas funcionais:

Análise global:

- Rácio entre operações e utilizadores com padrão homogéneo (cobertura elevada das funcionalidades disponibilizadas no piloto);

- Facilidade de navegação e interpretação positiva (curva de aprendizagem média-baixa);
- Aceitação bastante positiva (eficácia, eficiência, satisfação).

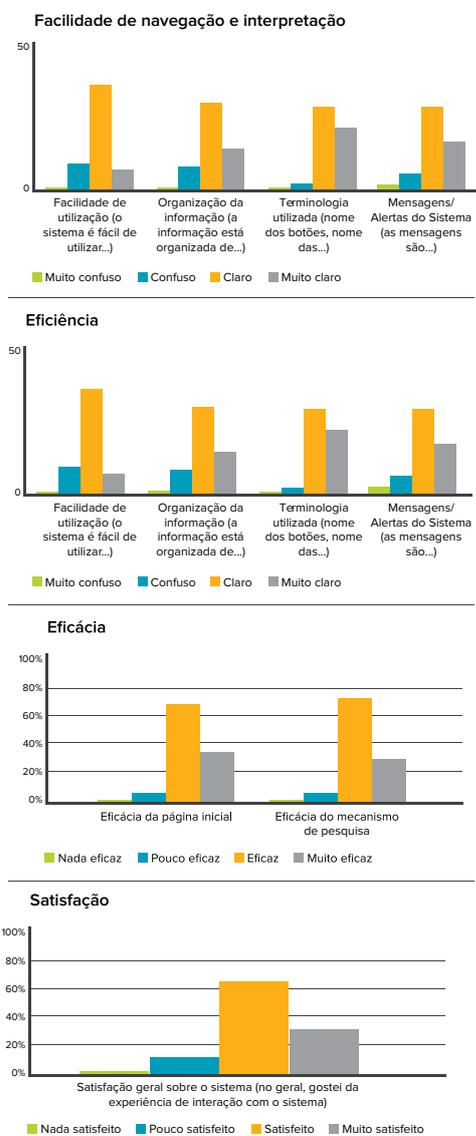


Figura 3 - Dados sobre o piloto realizado

Visão do cliente

A PT Comunicações, em parceria com a PT Inovação, elaborou um plano detalhado e pormenorizado para perceber junto dos utilizadores a real utilização das ferramentas necessárias ao despiste e diagnóstico: sentir *in loco* os principais problemas do atendimento de quem tem do outro lado da linha um cliente com um problema, uma avaria, ou dúvidas de utilização.

Esta perceção nos locais com os reais utilizadores, usando as metodologias acima descritas, permitiu chegar ao cerne das principais questões dos utilizadores e princi-

palmente descobrir o caminho para melhor atender os nossos clientes, sendo muito mais célere e eficaz a comunicação e a reposição dos serviços dos clientes.

Numa era tecnológica avançada, distribuída e em que o tempo de interrupção do serviço do cliente é um tema fulcral, o desafio de conseguir ter uma ferramenta apelativa, simples visualmente e simultaneamente a gerir e a descobrir muitos equipamentos de rede de telecomunicações, com especificidades próprias e complexidade elevada, requereu de todos uma nova forma de olhar para redes de telecomunicações, metodologias de despiste e de diagnóstico numa lógica de eficiência.

O desafio torna-se ainda mais importante quando o NetQ não é só a aplicação para FF e BO mas também a aplicação que é usada pelas equipas de engenharia e supervisão das redes da PT. Para estas equipas o mais relevante é a informação técnica e estruturada de cada equipamento, de cada plataforma. O NetQ consegue ter estas duas visões: a simplificada e intuitiva para atendimento de *front office* e a elaborada e detalhada para engenheiros de telecomunicações que planeiam, desenvolvem e operam as nossas redes e plataformas.

Foi feita uma abordagem mista de orientação de experiência de interação e arquitetura de informação, tendo em conta a panóplia de equipamentos, de redes e plataformas que as redes de telecomunicações usam e atravessam até oferecer o serviço final ao cliente. Tudo isto numa plataforma que torna transparente a complexidade e oferece resultados fiáveis e intuitivos, para que comunicar problemas e oferecer soluções rápidas sejam o principal objetivo.

Trata-se de uma orientação funcional e de integração, ainda mais porque a aplicação tem que ser parametrizável e customizável para estar sempre apetente a integrar novos equipamentos de atuais ou futuros fornecedores. Novas tecnologias ou versões de equipamentos surgem a todo o momento e a aplicação tem que comportar rapidamente todas as diferenças que surgem e continuar a fazer a sua função principal, mantendo o mesmo nível de despiste e reposição de serviço, sem nenhum esforço adicional de aprendizagem para quem a utiliza.

A primeira visão da aplicação permite uma vista *one-shot* do cliente, mostrando dados de portefólio de cliente, informação de dados de conta, de serviços subscritos, de interrupções da rede que podem afetar o serviço ao cliente e tudo num único ecrã, numa vista única e simples com alertas claros da informação que se destaca para comunicar com o cliente.

A identificação de serviços, avarias e intervenções que afetam o cliente permitem avaliar rapidamente causas comuns que produzem os sintomas que o cliente indica. Além disso, permitem dar uma previsão sólida ao cliente de quando essa causa estará resolvida.

O NetQ mantém um histórico de interações com o clien-

te, o que permite ao atendimento ter a real percepção temporal de interações, destacando quantas vezes o cliente teve queixas, quantos diagnósticos foram feitos e que ações corretivas ou de reposição de serviço foram efetuadas. Esta percepção temporal permite adequar o diálogo do operador de atendimento ao cliente de forma concreta e apoiada em factos.

O NetQ tem além da visão global o detalhe do quando, do como e do porquê. Desta forma é possível explicar ao cliente, ser assertivo na linguagem e ter respostas objetivas e eficazes.

O sistema fornece ainda uma visão agregada do cadastro do cliente, todas as redes e todos os equipamentos, todas e cada uma das redes e plataformas onde aquele cliente em concreto tem o serviço configurado. Uma visão detalhada e agregada do todo e *end-to-end*.

Esta visão tem uma representação gráfica da topologia de rede, para que a percepção seja elevada e tecnicamente intuitiva para quem usa a aplicação.

Em suma, consegue superar-se o desafio complexo de simplificar a visão, manter a especificidade tecnológica essencial e ainda ser célere na comunicação com o cliente, repondo rápida e eficazmente o serviço.

Esta foi uma aposta excelente e completamente ganha, com mais de 6000 utilizadores e os KPI's do atendimento em ascensão: menor TMA (Tempo Médio de Atendimento), menor TMR (Tempo Médio de Reposição) e maior TxR (Taxa de Resolução).

4.2. Projeto UX Altaia CQM - Customer Quality Management

O Altaia é um sistema adequado ao domínio de negócio da Gestão centralizada de Desempenho e Qualidade de Serviço (QoS) que oferece, para além da sua escalabilidade e capacidade de cálculo:

- Capacidade de configuração de indicadores;
- Um motor de limiares altamente configurável e com geração automática de *baselines* (*self learned*) que individualizam a atuação dos limiares perante os comportamentos de cada entidade da rede;
- Capacidade de análise, investigação e tratamento de alarmes de *performance*;
- Oferta diversificada de *reporting* e *dashboards* (operacionais e executivo).

A convergência de serviços dos domínios fixo e móvel (das infraestruturas tradicionais dos operadores de telecomunicações), assim como a necessidade de uma gestão de desempenho fim a fim da rede e serviços, exigem produtos cada vez mais avançados.

Uma tendência de evolução deste contexto e da crescente pressão do negócio leva os operadores a centrar-

-se na visão holística do cliente. Esta visão é particularmente difícil de instanciar em sistemas desta natureza, sobretudo devido à multiplicidade e quantidade de dados oriundos de diversas fontes de informação e para os quais é necessário proceder a mecanismos de controlo de qualidade da informação e à produção de indicadores orientados à experiência do cliente.

Outra dificuldade associada à construção desta visão é a agregação de informação. Por um lado, é possível identificar, a partir das orientações que o TM Forum estabelece, uma natureza de agregação semântica de métricas, por outro lado e muito em função do contexto de cada cliente, é necessário disponibilizar outras lógicas de acesso e análise de informação.

Qualquer um dos cenários descritos oferecia um grande desafio à construção multidimensional desta visão agregada, quer do ponto de vista tecnológico quer do ponto de vista do desenho de interface e experiência de utilização. Simultaneamente, identificou-se a necessidade de desenvolver com uma nova organização a área de relatórios orientada à informação de rede, de serviço e de cliente.

Foi com base neste racional que se optou por fazer uma prova de conceito de um novo módulo para o produto Altaia (CQM), com orientação informacional para perspetivar os problemas de qualidade de serviço do cliente de forma 360°. Esta prova de conceito devia considerar, por um lado, a necessidade de alinhar a experiência de utilização do módulo com a suite NOSSIS e, por outro, de evoluir graficamente a solução para registos de interação mais atuais.

O CQM (*Customer Quality Management*) disponibiliza a análise de indicadores orientados a grupos de clientes permitindo, nesta primeira fase, efetuar a sua análise pela dimensão de equipamentos terminais e, de futuro, pelas dimensões de Rede, Serviços e Aplicações.

Considerando este racional (foco no desenvolvimento de uma prova de conceito de um novo módulo), foi definida uma metodologia que enquadrou as seguintes etapas:

- Realização de **entrevistas** com *key users* (por perfil de utilização do sistema);
- Validação da **visão informacional** do módulo pelo cliente;
- **Prototipagem** baixa e alta-fidelidade (orientados à arquitetura de informação do módulo e respetivo fluxo de navegação);
- Validação da **arquitetura de informação e abordagem gráfica/interação** do módulo pelo cliente;
- Desenvolvimento do **protótipo funcional**;
- Realização de **testes** com *key users* (focado na realização de tarefas), com protótipo funcional;
- **Alteração do protótipo** em função dos resultados obtidos;

- Preparação do ambiente para **piloto**.



Figura 4 - Sistema Altaia (abordagem atual)

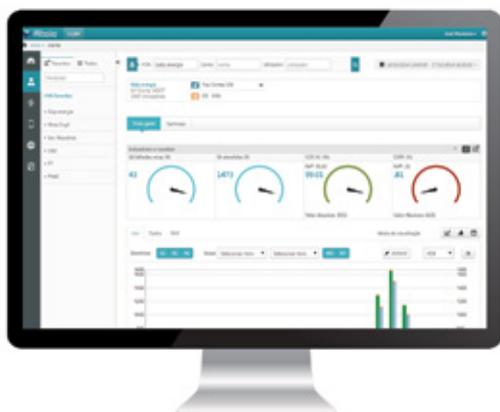


Figura 5 - Altaia CQM e novo módulo de relatórios – protótipo funcional com alinhamento suite NOSSIS

Esta metodologia permitiu sistematizar ações orientadas a um racional de comunicação e interação focado em:

- Utilizador;
- Fluxos de operação (visão agregada – identificação de problemas – análise detalhada do problema perspectivada no contexto de um cliente);

- Pro-atividade do sistema na geração de informação contextual como suporte à tomada de decisão (*feedback*, alertas e recomendações), focada na Gestão centralizada de Desempenho e Qualidade de Serviço (QoS).

Do ponto de vista da análise global do processo, destaca-se:

- Adequação da metodologia desenhada (técnicas e processos) aos objetivos do projeto;
- Seleção e integração de funcionalidades no protótipo representativas das principais componentes e tipos de informação deste módulo (amostragem oriunda das entrevistas);
- Desenvolvimento de um protótipo funcional especificado a partir de casos de uso, em ciclos iterativos de melhoria contínua (recolha de *feedback* por componente; interação; tipo de informação gráfica apresentada; organização de informação);
- Facilidade de navegação e interpretação positiva (curva de aprendizagem média-baixa);
- Aceitação bastante positiva (eficácia, eficiência, satisfação).

Do ponto de vista da visão do cliente, salientam-se os aspetos mais relevantes neste processo de criação do novo módulo do sistema:

- Orientação da interface otimizada à experiência de interação por fluxo de operação: a arquitetura de informação deste módulo foi especificada a partir da recriação dos principais fluxos de operação (com base no *feedback* de utilizadores com diferentes perfis de utilização);
- Visão integrada de informação de diversas fontes: considerando o ecossistema de integração que esta tipologia de sistemas pressupõe, a capacidade de convergir dados de diversas fontes torna-se essencial, pois assegura a qualidade de informação (consolida a confiança do utilizador no sistema);
- Visão holística do cliente (saúde de todos os serviços disponibilizados na perspetiva do Cliente e dados de utilização): a composição deste módulo de informação permite a criação de *cockpits/dashboards* em função do serviço subscrito pelo consumidor final (exemplo para o segmento residencial: se o cliente é M4O, deve ser instanciada informação dos serviços: voz fixa, voz móvel, televisão e Internet. No caso de ser M5O, para além da fonte de dados referida, deve integrar igualmente a componente móvel). No âmbito do serviço Empresarial, a informação do Cliente deve também cobrir os vários serviços, que podem incluir ainda outros casos não aplicáveis no caso do segmento residencial como circuitos e acessos VPN;

- Percepção temporal de falhas no serviço (segmentada por tipologia): a integração deste módulo de informação permite ao utilizar ter uma visão agregada dos problemas ou falhas em termos de qualidade de serviço, com capacidade de análise detalhada organizada temporalmente;
- Visão de experiência real de todos os serviços dos clientes (*user centric versus network or service centric*).

5. Conclusões

A importância da adoção de metodologias de desenvolvimento centradas no utilizador final é cada vez mais determinante, sobretudo pela redução do *reworking* associado a processos de desenvolvimento de sistemas, mas também por razões afetas ao posicionamento do produto no mercado, à sua comunicação visual, usabilidade, cumprimento de expectativas e à melhoria da relação com o cliente.

A amplitude do consumo de informação multicontexto e multicanal implica repensar a tecnologia em função das necessidades de comunicação dos utilizadores finais, pois recria um ciclo de interação mais aproximado da *timeline* de execução das suas tarefas no dia a dia. Contudo, é necessário que a conceção do sistema do ponto de vista da arquitetura de informação esteja em sintonia com o âmbito funcional do mesmo. Por essa razão, nos projetos apresentados neste artigo (e em projetos de natureza similar) é recomendável que seja integrada na metodologia de desenvolvimento de *user experience*, uma componente de arquitetura empresarial. De uma forma global, poder-se-á afirmar que o valor da adequação de metodologias centradas no utilizador final traz sempre um ROI (*Return of Investment*) efetivo para o projeto, na medida em que as técnicas e metodologias de *user experience* devem ser ajustadas ao âmbito do mesmo e determinam o sucesso e a diferenciação do produto de uma forma holística: desde o produto em si, passando pela gestão, indo até à relação com o cliente e culminando na satisfação do utilizador final.

Referências

- [1] Rogers, Y., Sharp, H., Preece J., (2011). Interaction design: beyond human-computer interaction. John Wiley & Sons.
- [2] (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) . [ONLINE] Available at: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=16883. [Last Accessed 2014-10-09].
- [3] Nielsen, J., (1994). Ten Usability Heuristics, [ONLINE] Available at: http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html. [Last Accessed 2014-10-09].
- [4] Norman, D., (2004) Emotional Design. New York, Basic Books.
- [5] Jordan, P. (2001). An Introduction to Usability. Taylor & Francis.
- [6] Shneiderman, B., (1997). Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction, Addison-Wesley Pub Co; 3rd edition, ISBN: 0201694972, pp 638.
- [7] Benedek J., Miner T., (2002) Measuring Desirability: New methods for evaluating desirability in a usability lab setting, Microsoft Corporation, 1 Microsoft Way, Redmond, WA 98052.
- [8] Sharp, H., Rogers, Y., & Preece, J. (2007). Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction, Wiley, 2 edition.
- [9] Bevan, N., (2001). International standards for HCI and usability. Int. J. Human-Computer Studies, 55, pp 533 – 552.
- [10] Preece, J., (2000). Online Communities: Supporting Sociability, Designing Usability. Wiley, ISBN: 0-471-80599-8, pp 439.
- [11] Gilb, T., (1988). Princípios de Gestão de Engenharia de Software. Addison Wesley: Ler, Ma.
- [12] Pressman, R.S., (1992). Engenharia de Software: Uma Abordagem praticante. McGraw-Hill: New York, NY.
- [13] Tullis, T., Albert, B., (2008). Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics. Elsevier. ISBN-13: 978-0123735584.
- [14] Roto, V., (2006). Web Browsing on Mobile Phones - Characteristics of User Experience. Department of Computer Science and Engineering. Helsinki University of Technology.
- [15] (2009). Special report: UX Business Impacts and ROI. [ONLINE] Available at: <http://www.sds-consulting.com/special-report-ux-business-impacts-and-roi>. [Last Accessed 2014-10-09].
- [16] (2014) Customer Experience Management: Best Practices and Standards, TM Fórum, acedido em Agosto de 2014. Disponível em: <http://www.tmforum.org/CustomerExperience/14987/home.html>.

O UTILIZADOR COMO ELEMENTO CHAVE PARA A INOVAÇÃO



Inês Oliveira
(PT Inovação)



Hélder Pereira
(PT Inovação)



Ricardo Pereira
(PT Inovação)

RESUMO

Vivemos na época do utilizador. O acesso simples e ubíquo a grandes quantidades de informação possibilita ao utilizador a tomada de decisões consubstanciadas em argumentos tecnicamente validados. Este artigo pretende visitar um conjunto de metodologias que permitem à PT Inovação orientar todo o seu trabalho de IDI ao utilizador, focando-se na interação deste com o produto, serviço, solução ou processo em contexto de utilização habitual. Para ilustrar a utilização de algumas das metodologias inovadoras utilizadas, apresenta-se um estudo de caso.

PALAVRAS-CHAVE

Metodologias de Inovação, Inovação Centrada no Utilizador, Análise Contextual, *Lean Customer Development*



1. Introdução

Peter Drucker, conhecido como o pai da Gestão Moderna, afirmou que “existe apenas uma definição válida do objetivo de um negócio: criar um cliente” [1]. Considerar que uma empresa atua descontextualizada do meio circundante, promovendo a inovação apenas a partir do conhecimento que detém no seu interior, é uma realidade cada vez menos observada e mais distante do contexto socio-económico atual. O cliente/utilizador é quem determina o sucesso ou insucesso de um produto, serviço, processo e, em última análise, da empresa propriamente dita. Responder apenas a pedidos do cliente ou otimizar o processo de desenvolvimento por si só não são suficientes. Nesse sentido, importa investir tempo e recursos numa análise qualitativa que proporciona um ganho de empatia com os utilizadores, possibilitando perceber as suas necessidades e pontos de dificuldade, e inspirando novas e melhores soluções. Métodos qualitativos são capazes de revelar necessidades profundas, desejos e aspirações. São particularmente úteis para contestar pressupostos sobre o mundo, e também quando não se pode assumir que se conhece todo o universo possível de respostas, crenças e ideias [3]. Colocar o consumidor e o utilizador no centro da inovação assume-se como fundamental para o sucesso das organizações. Para tal, importa perceber as suas reais necessidades.

2. Oportunidades de inovação

A famosa frase de Henry Ford “*If I had asked people what they wanted, they would have said faster horses*”, citada de forma descontextualizada, enraiza no pensamento comum a necessidade de ignorar o utilizador no caminho para uma inovação disruptiva.

Existem exemplos de empresas que se revelaram disruptivas, mas que nesse trajeto não consideraram o utilizador como elemento central. O projeto do governo americano SBINet foi um programa iniciado em 2006 para o desenvolvimento de um novo sistema integrado de pessoas, infraestrutura, tecnologia e resposta rápida, para garantir as fronteiras terrestres do norte e do sul dos Estados Unidos. Depois de despesas de mil milhões de dólares no programa, o governo desativou o projeto e declarou-o falhado. Num relatório lançado posteriormente refere-se que “os requisitos para operação deste sistema foram concebidos e desenvolvidos pela Boeing com *inputs* mínimos dos utilizadores a

quem se destinava o sistema, incluindo os agentes de patrulha de fronteira... A falta de envolvimento do utilizador resultou num sistema que não resolve ou satisfaz totalmente as suas necessidades.” [5]. O foco numa inovação disruptiva proporciona uma estrutura poderosa para perceber um ambiente competitivo em constante mudança, como é o caso da indústria tecnológica. No entanto, mesmo nestes ambientes, o utilizador é um elemento de análise fundamental.

São poucas as empresas que se baseiam na análise rigorosa da utilização do produto ou serviço pelo consumidor para identificar oportunidades de inovação. Na realidade, para muitas, o caminho para inovar consiste em pouco mais do que entrevistas ao cliente, de forma pouco sistemática, angariando alguma informação útil, mas raramente revelando as melhores ideias ou um conjunto exaustivo de oportunidades de crescimento [4].

A solução passa pela preocupação com uma análise qualitativa sistemática e em permanente contacto com o exterior da empresa.

Esta análise pode ajudar a revelar oportunidades sociais, políticas, económicas e culturais. Os resultados podem posteriormente ser refinados usando testes quantitativos ou métodos interpretativos [3].

3. O utilizador no centro

Na fase “ouvir” recolhem-se histórias e inspiração; é composta, essencialmente, por pesquisas de campo. Na fase “criar”, traduz-se a informação recolhida durante a fase anterior em estruturas, necessidades, oportunidades, soluções e protótipos; nesta fase transita-se do pensamento concreto para o abstrato de forma a identificar temas e oportunidades para, posteriormente, voltar ao concreto com a criação de soluções e protótipos. A fase “implementar” marca o início da implementação de soluções através de um sistema rápido de modelação de custos e receitas, estimativas de capacitação e planeamento de implementação; nesta fase lançam-se novas soluções.

Uma organização que cria produtos destinados ao consumidor final, no negócio B2C (*Business to Consumer*) ou B2B (*Business to Business*), deve suportar-se em ferramentas que permitam [11]:

- 1) Observar o utilizador diretamente (perceber quais os seus desejos);
- 2) Identificar necessidades não satisfeitas do utilizador;
- 3) Construir consenso na organização para que essas necessidades sejam endereçadas.

É, usualmente, aceite que existe uma lacuna entre o que o utilizador de um produto ou serviço diz que faz e o que realmente faz. Daqui surge a necessidade de observar o utilizador, promovendo interações não direcionadas, estratégicas e abertas com o mesmo; procuram-se os factos da experiência do utilizador, ao invés de hipóteses infundadas ou adivinhações com base naquilo que se acredita ser a expectativa do mesmo. Esta análise qualitativa pode não cobrir uma amostra suficientemente significativa para se tornar estatisticamente relevante, mas proporciona um entendimento profundo sobre o que o utilizador realmente precisa, mesmo antes de ele próprio o perceber.

Neste domínio, inovar implica um grande enfoque na criação de benefícios para o utilizador final: não apenas perguntar o que este quer, mas ir para o terreno e aprender com ele.

Descrevem-se, de seguida, algumas metodologias e ferramentas que, utilizadas ou não sequencialmente, apoiam de forma determinante a análise qualitativa referida até aqui.

3.1. Sistematização da pesquisa

A resposta a um desafio de inovação exige uma preparação prévia que permita recolher informação que acrescente valor ao conhecimento já detido, colocando logo à partida o consumidor no centro das preocupações. Como ponto de partida, importa identificar questões e termos de pesquisa que habitualmente não seriam considerados. Importa responder a questões como (**6 Ws**):

- 1) **Porquê? (Why?)**
Porque é que é importante na prática?
Qual o valor emocional associado?
- 2) **Quem? (Who?)**
Quem será o público-alvo?
Consigo imaginar uma possibilidade fora do óbvio?
Quem me pode ajudar?
- 3) **Onde? (Where?)**
Devo focar um canal de distribuição ou zona geográfica?
- 4) **O quê? (What?)**
Procuro conceitos evolucionários ou revolucionários?

5) Quando? (When?)

É uma solução de agora ou devo procurar tendências?

6) Como? (How?)

Que critérios deve cumprir?

Enquanto a pesquisa de informação passa, na maioria das vezes, por uma visita direta ao Google, procurando o termo de interesse e recolhendo os resultados mais imediatos, a sistematização da pesquisa parte de uma preparação prévia (*offline*), que se apoia na identificação do problema e que utiliza ferramentas tecnologicamente pouco avançadas para estabelecer claramente os objetivos da pesquisa: papel e caneta. Aqui o papel do consumidor/utilizador final é fundamental.

Esta preparação serve de apoio à pesquisa *online*. Nesta, importa utilizar as ferramentas de conhecimento partilhadas internamente numa organização, perceber o que existe externamente – propriedade intelectual, concorrência, tendências, *standards*, e perceber o que se faz noutros setores – subscrever páginas relacionadas com áreas de interesse não exatamente da mesma área profissional em causa e identificar como empresas inovadoras resolveriam o problema que está a ser analisado.

Numa pesquisa *online*, recomenda-se a utilização do Google na sua totalidade, explorando imagens, vídeos, notícias, *blogs*, diretórios e outros canais disponíveis.

Recolhida a informação, importa “calçar os sapatos” do consumidor para a analisar e tirar conclusões. O *Contextual Design* e o *Design Thinking* são duas metodologias que trabalham esta vertente.

3.2. Contextual Design

O *Contextual Design* é uma metodologia de desenho de produtos, serviços e processos centrada no utilizador final. A sua principal característica é o uso intensivo de dados recolhidos no terreno (maioritariamente através da observação) como alicerces para a perceção das reais necessidades, tarefas, objetivos e processos de trabalho do utilizador.

O objetivo final consiste na oferta de um resultado que vá de encontro tanto às necessidades do utilizador, como do negócio em si.

O *Contextual Design* é importante para:

- Integrar nos produtos e serviços o que o utilizador mais valoriza;
- Não depender recursos a desenvolver funcionalidades que não vão de encontro às reais ne-

cessidades do utilizador final.

A metodologia subdivide-se, de uma forma genérica, em sete passos sequenciais [8]:

- 1) A **investigação contextual** tem como objetivo revelar o que os utilizadores realmente estão a fazer, porque o fazem daquela forma e as suas reais necessidades;
- 2) O principal objetivo da **interpretação** é criar um entendimento comum do problema dentro da equipa que está encarregue da análise;
- 3) A **consolidação** é o passo que generaliza todos os aspetos e questões individuais modelados nas sessões de interpretação;
- 4) A **visão** parte dos dados consolidados para repensar e desenhar o novo produto, serviço ou solução tendo como foco a informação obtida junto dos utilizadores finais;
- 5) Os **storyboards** têm como objetivo capturar os cenários que descrevem como os utilizadores finais irão interagir e usar o novo produto, serviço ou solução;
- 6) O **desenho do ambiente do utilizador** tem como propósito capturar a estrutura do novo produto, serviço ou solução;
- 7) A **prototipagem** tem como objetivo validar, comunicar e eventualmente detalhar o novo sistema.

3.3. Design Thinking

O *Design Thinking* é uma forma de pensar que combina o pensamento criativo e o pensamento analítico e os aplica na resolução de um problema específico.

Esta forma de pensar é organizada numa metodologia que incorpora o espectro de atividades de inovação com o caráter do *design* centrado no utilizador.

A inovação é alimentada por um conhecimento metucioso, obtido através de observação direta, do que as pessoas querem e precisam nas suas vidas e do que gostam ou não. Baseia-se na capacidade de considerar em simultâneo:

- i) Necessidades humanas e novas perspetivas,
- ii) Material disponível e recursos tecnológicos,
- iii) Constrangimentos e oportunidades para um projeto ou negócio.

O processo que rege a metodologia de *design thinking* divide-se em cinco passos iterativos (não lineares): *empathyze, define, ideate, prototype and test* [9].

Na fase de criação de empatia (**empathyze**) devem colocar-se todas as suposições e ideias iniciais de parte e deixar os utilizadores constituírem a fonte de inspiração. Considera-se fundamental mergulhar na experiência do utilizador, observar, questionar e partilhar experiências [9].

A proximidade com o utilizador permite recolher informação que deve ser aproveitada numa fase de divergência, em que todas as ideias contam, importando a quantidade em detrimento da qualidade. Nesta fase, sintetizam-se as aprendizagens em necessidades e cria-se um ponto de vista (**define**), geram-se ideias, criam-se rascunhos da solução, troca-se feedback e reflete-se (**ideate**). Numa fase final de convergência elaboram-se escolhas através da criação de protótipos físicos, experiências e observação (**prototype, test**) [9].

3.4. Minimum Viable Product

O *Lean Startup*, metodologia usada para desenvolver produtos e negócios, através de um processo repetido de *build-measure-learn* tal como pode ser observado na Figura 1, permite obter rapidamente *feedback* do cliente a quem se destina o produto. O objetivo do desenvolvimento do produto ou modelo de negócio é uma validação da aprendizagem. Não se implementam produtos ou modelos de negócio perfeitos, procurando antes obter *feedback* continuado do cliente em diferentes iterações das fases de implementação e testes.

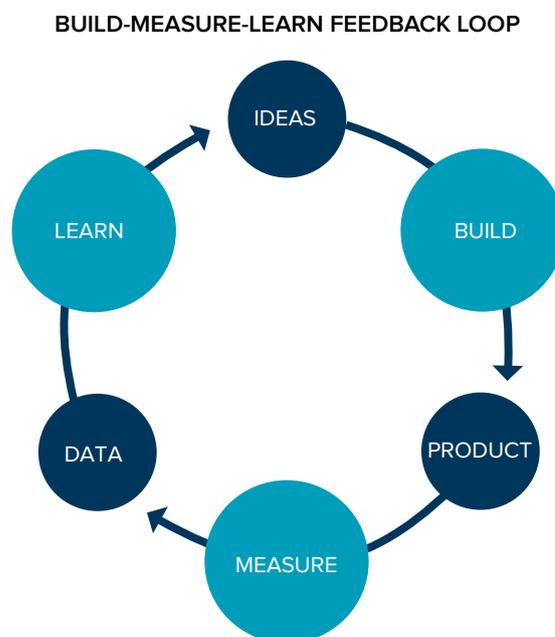


Figura 1 - Ciclo Build-Measure-Learn

Para se testar rapidamente uma ideia, o *Lean Startup* descreve o *Minimum Viable Product* (MVP).

O MVP é uma versão de um novo produto que permite que a equipa de desenvolvimento recolha informação fornecida pelos utilizadores sobre o mesmo, com um mínimo de esforço.

O MVP auxilia empreendedores e gestores de produto a iniciar o processo de aprendizagem de forma acelerada, permitindo atravessar o ciclo *build-measure-loop* com um mínimo de esforço. Contrariamente à forma tradicional de desenvolvimento de produtos, que tipicamente envolve um longo e pormenorizado período de incubação e tenta obter um produto quase perfeito logo à partida, o objetivo do MVP é começar o processo de aprendizagem e testar hipóteses de negócio. Este primeiro produto resulta numa experiência de aprendizagem do que o produto final pode ser, permitindo rapidamente posicionar um MVP junto do utilizador final e avaliar a sua reação. Em suma, com o MVP pretende-se criar um ciclo de aprendizagem contínua com o intuito de aproximar sucessivamente o produto às reais necessidades do utilizador.

3.5. Mapa de trabalho centrado no cliente

A observação do utilizador e o contacto com o mesmo permite identificar, com maior detalhe, as tarefas que executa na interação com o produto ou serviço. Uma tarefa é um processo: possui um início, um meio e um fim, com um conjunto de passos executados no caminho.

Tarefas e soluções são coisas distintas. Os clientes empregam diferentes produtos e serviços para realizar uma tarefa. Muitas empresas focam-se no produto ou serviço que estão a desenvolver, ou no que a concorrência oferece, em detrimento da ajuda que devem dar ao seu cliente na execução dos vários passos da tarefa em causa. Quando a tarefa é o ponto central de criação de valor, as empresas conseguem, não apenas, incrementar o valor da oferta existente, como ainda conseguem identificar novos espaços de mercado (denominados de *blue ocean*) [4].

O objetivo de criar um mapa de trabalho não é verificar como o cliente executa a tarefa – o que gera mapas de atividades e soluções existentes.

O objetivo é descobrir o que o cliente está a tentar realizar em diferentes pontos de execução da tarefa e o que deve acontecer em cada um desses passos para que a tarefa seja realizada corretamente [4].

Na identificação de oportunidades de inovação mapeiam-se, do ponto de vista do cliente, os passos necessários para executar uma tarefa. Uma vez iden-

tificados estes passos, pode criar-se valor de diferentes formas: melhorando a execução de determinados passos, eliminando a necessidade de determinados *inputs* ou *outputs*, eliminando da responsabilidade do utilizador um passo completo, endereçando um passo esquecido, alterando a sequência dos passos ou permitindo que determinados passos possam ser executados noutra localização ou tempo [4].

Identifica-se uma estrutura universal para todas as tarefas: definir o que é pretendido, identificar e localizar os *inputs* necessários, preparar os componentes e o ambiente físico, confirmar que tudo está pronto, executar a tarefa, monitorar os resultados e o ambiente, executar modificações e concluir a tarefa.

Para garantir que se estão a mapear passos (o que o cliente está a tentar concretizar) e não soluções (o que está atualmente a ser feito), identificam-se questões de relevo: [4]

- O passo especifica o que o cliente está a tentar realizar, ou apenas é concretizado para alcançar um objetivo fundamental?
- O passo aplica-se universalmente a qualquer cliente que executa uma tarefa, ou depende do modo como um cliente em particular executa a tarefa?
- Quais as tarefas mais centrais para a concretização da tarefa?
- O que deve acontecer antes da execução para garantir que a tarefa é realizada com sucesso?
 - O que deve ser definido ou planeado antes da execução?
 - O que deve ser localizado ou reunido?
 - O que deve ser preparado ou estabelecido?
 - O que deve ser confirmado antes da execução?
- O que deve acontecer depois da execução para garantir que a tarefa é realizada com sucesso?
 - O que deve ser monitorado ou verificado depois da execução?
 - O que deve ser modificado ou ajustado?
 - O que deve ser feito para concluir corretamente a tarefa ou para preparar o próximo ciclo da tarefa?

3.6. 10 Tipos de Inovação

Um foco único dos esforços de inovação no desenvolvimento de um produto e no seu desempenho é limitador quanto à capacidade de gerar inovação.

A análise das áreas circundantes ao produto revela as verdadeiras oportunidades de criação de valor.

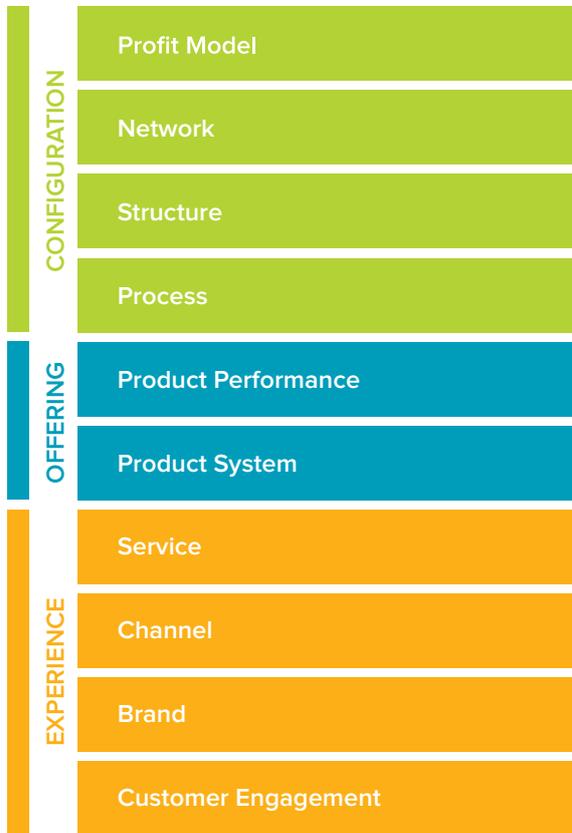


Figura 2 - Dez tipos de inovação

Identificam-se aqui os aspetos mais relevantes de um modelo identificado como *Ten Types of Innovation – Dez Tipos de Inovação* [6], no qual se especificam dez áreas, incluindo o desempenho do produto, onde se considera existirem oportunidades para inovar. A vantagem competitiva surge quando uma empresa alarga a sua preocupação para além do produto ou serviço implementado para as áreas identificadas, combinando-as de tal forma que, no seu conjunto formam uma inovação efetiva. Estas áreas focam, não exclusivamente, o consumidor e utilizador final, mas permitem sobretudo complementar a análise qualitativa em causa.

Descrevem-se as áreas que constituem o modelo dos Dez Tipos de Inovação [7]:

- **Modelo de Negócio - Como fazer dinheiro**

Modelos de negócio inovadores identificam novas formas de converter a oferta de uma empresa com base num entendimento profundo do que o cliente e o utilizador realmente valorizam, proporcionando novas receitas ou oportuni-

des de fazer dinheiro. Desafiam muitas vezes suposições enraizadas na empresa sobre o que oferecer, o que cobrar e como reter receita.

- **Network – Como estabelecer ligações para gerar valor**

Inovações em rede permitem às empresas tirar partido dos processos, tecnologias, oferta, canais e marcas de terceiros, com partilha de risco. As colaborações estabelecidas podem ser curtas ou de longa duração, e podem ser estabelecidas entre aliados ou concorrentes.

- **Estrutura - Como organizar e alinhar talento e ativos**

Inovações de estrutura consideram a organização dos ativos da empresa de formas únicas que permitam criar valor. Este tipo de inovação ajuda a atrair talento para a organização, criando ambientes de trabalho mais produtivos ou fomentando um nível de desempenho superior ao da concorrência.

- **Processo - Como utilizar processos proprietários para acrescentar valor**

Inovação de processos envolve as atividades e operações que produzem a oferta primária de uma empresa. Requer uma mudança de “*business as usual*” que permita à empresa tirar partido de capacidades exclusivas, funcionar de forma eficiente, adaptar-se rapidamente e construir margens líderes de mercado. Inovações de processo constituem frequentemente a competência chave de uma empresa, difícil de replicar pela concorrência.

- **Desempenho de Produto - Como desenvolver características e funcionalidades distintivas**

Inovações relacionadas com o desempenho de um produto endereçam o valor, características e qualidade da oferta da empresa. Consideram-se aqui produtos novos ou melhorados. Muitas vezes confunde-se desempenho do produto com a totalidade da inovação. Este é o tipo de inovação mais fácil de replicar pela concorrência. Inovações de produto que possibilitam uma vantagem competitiva de longo prazo são a exceção, e não a regra.

- **Sistema de Produto - Como criar produtos e sistemas complementares**

Inovações de sistemas relacionam-se com a capacidade de interligação entre produtos e serviços em *bundles* distintivos para a criação de um sistema robusto e escalável. Permitem construir ecossistemas atraentes para o consumidor.

- **Serviço - Como suportar e amplificar o valor da oferta**

Inovações de serviços garantem e melhoram a utilidade, desempenho e valor aparente de uma oferta. Tornam um produto mais simples de experimentar, usar e apreciar e revelam características e funcionalidades que de outra forma não seriam reconhecidas pelo cliente.

- **Canal - Como entregar uma oferta a clientes e utilizadores**

Inovações de canal consideram todas as formas de ligação das ofertas da empresa a clientes e utilizadores. Devem considerar-se múltiplas formas, complementares entre si, para fazer chegar os produtos e serviços ao cliente, para que este adquira o que pretende, quando pretende e como pretende, com o mínimo de desgaste e custo e máximo prazer.

- **Marca - Como apresentar a oferta e o negócio**

Inovações de marca ajudam o cliente e utilizador a reconhecer, lembrar e preferir as ofertas de uma empresa face às da concorrência. Inovações de marca podem transformar produtos comuns em produtos de elite, atribuindo significado, intenção e valor à oferta e à própria empresa, criando uma identidade única.

- **Ligação com o cliente - Como promover interações sólidas com o cliente**

Inovações deste tipo referem-se a um entendimento profundo das aspirações dos clientes

e utilizadores, usando tal conhecimento para estabelecer ligações de valor entre ambos e a empresa.

4. Caso de aplicação prática (INCO)

Apresenta-se, de seguida, um caso de estudo no qual se aplicaram algumas das metodologias acima descritas.

A fibra ótica e a tecnologia associada permitem que os novos edifícios e as construções já existentes fiquem preparadas para a revolução da banda larga, incluindo TV interativa e monitoria remota de residências.

O InCo, Inovação para Condomínios, impulsiona na PT Inovação esta oportunidade. Foca-se atualmente na instalação de uma infraestrutura GPON em grandes condomínios fechados no Brasil, considerando a totalidade de elementos ativos e passivos.

Na evolução desta solução aplicaram-se, das metodologias acima referidas, a sistematização da pesquisa, a fase de divergência do *design thinking* e o Dez Tipos de Inovação, integrando para tal, uma equipa de trabalho multidisciplinar.

O trabalho realizado caracteriza três pontos: a rede alvo para soluções de telecomunicações integradas do tipo do InCo, o mercado e o consumidor final. Estes três pontos constituem as três vertentes a considerar na proposta de valor da solução InCo e na sua evolução. Neste trabalho são alavancadas ideias e conclusões que permitem fazer crescer a oferta InCo como uma solução

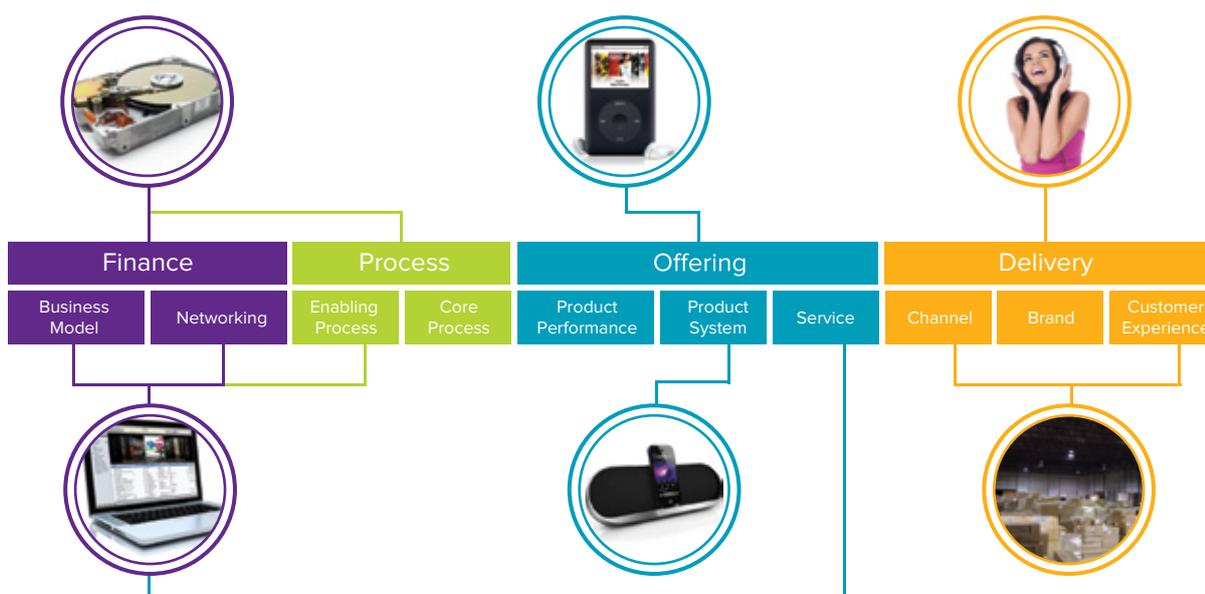


Figura 3 - 10 tipos de inovação, caso do Apple iPod/iTunes

turn-key integrada, que considera o consumidor final como motor de criação de valor.

Focando a pesquisa no consumidor final, procura-se a sua motivação para habitar um condomínio fechado de luxo. Apresentam-se alguns dados relevantes:

- Há cerca de 30 anos, o apelo dos condomínios fechados era a qualidade de vida [10];
- Atualmente, mais do que o lazer e o contacto com a natureza, a segurança é considerada fundamental [10];
- Morar num condomínio fechado confere estatuto social; representa integrar o rol de privilegiados que mora isolado e protegido.

Tendo estes pontos como base, aliados a uma análise de tendências de consumo tecnológico no mercado Norte-americano, nomeadamente para domótica, e com base no *framework* Dez Tipos de Inovação, geraram-se as seguintes recomendações:

- Valoriza-se a oferta InCo, que atualmente consiste em dotar grandes condomínios fechados no Brasil de uma infraestrutura de rede GPON, através de uma oferta de serviços que são apreciados pelo consumidor final, nomeadamente M2M (redes de sensores e controladores), domótica, *smart health* e redes sociais internas;
- Prevê-se a necessidade de um portal de condomínio, que sirva os diferentes interessados, nomeadamente para gestão e manutenção da rede e acesso a informação pelos condóminos;
- Prevê-se que os fornecedores de telefone e Internet procurem a assinatura de contratos exclusivos para os serviços de banda larga [7]. Surge a possibilidade de ofertas especiais, no caso do IPTV, com canais e atualizações gratuitas de acordo com os contratos estabelecidos ou preços especiais de pacotes para condomínios;
- O operador de telecomunicações e o próprio condomínio poderão ver como mais-valia a operação de redes de condomínio suportadas em *cloud*, seguindo a tendência de *everything-as-a-service*;
- Considera-se, face ao cenário atual em que o promotor (o construtor) é o cliente, uma evolução para uma interação mais estreita com o operador, em que este pode ser cliente ou parceiro. No segundo caso existe uma partilha de risco na instalação da infraestrutura e na procura de novos promotores, embora em ambas as situações se valorizem os serviços oferecidos e uma

gestão centralizada da rede.

Como meio de integração desta oferta, propõe-se como trabalho futuro analisar a forma como o consumidor tem acesso integrado a informação sobre os serviços disponibilizados. Com a equipa de projeto definiu-se, fechada esta etapa, analisar um portal de condomínio.

5. Conclusão

Não delinear e implementar uma estratégia de inovação não é uma opção para as empresas. Mesmo que a curto prazo se mantenha uma capacidade positiva de resposta ao mercado, é fundamental criar e sustentar uma mudança positiva a médio e longo prazo. As exigências do mercado e das sociedades estão a encurtar a duração destes ciclos.

É fundamental perceber mais (e mais cedo) quais as necessidades do utilizador enquanto indivíduo e enquanto elemento inserido num contexto e num ecossistema, quais as valorizadas e quais as que não são percecionadas.

Não é possível concretizar este trabalho sem um foco no utilizador. Sendo a inovação considerada como a ação e o resultado que introduzem uma mudança significativamente positiva, esta não surge dissociada de um recetor. O conhecimento por si só não constitui inovação, mas sim a sua transformação em aplicações úteis nos mercados e valorizadas nas sociedades.

O conjunto das metodologias descritas permite suportar um trabalho orientado ao utilizador, com foco na sua interação com o produto, serviço ou solução, inserido no contexto de utilização natural. Mesmo que uma organização considere que a sua inovação é, em última instância, decidida internamente, a utilização destas metodologias permite no mínimo validar as especificações detalhadas. Um aproveitamento sério dos resultados obtidos garante uma especificação de requisitos priorizados, não só em sintonia com as expectativas do utilizador/consumidor e cliente, como com uma elevada probabilidade de as superar. As metodologias indicadas sustentam a capacidade de perceber necessidades não verbalizadas numa comum entrevista ao utilizador. Permitem, assim, analisar a forma, o tamanho e as emoções das necessidades e das lacunas identificadas, criando um maior entendimento de porque é que é necessário algo diferente, que falhas são geradas pelas necessidades identificadas e as falhas e as frustrações que estas lacunas geram.

Referências

- [1] The essential Drucker : the best of sixty years of Peter Drucker's essential writings on management / Peter F. Drucker. - 1st ed. - New York : Harper Business, 2001. - ISBN 978-0-0617-9362-2.
- [2] Lean Customer Development: building products your customers will buy / Cindy Alvarez. - [S.l.]: O'Reilly Media, 2014. - ISBN 978-1-4493-5659-0. (The Lean series).
- [3] Human Centered Design : Kit de Ferramentas / IDEO (Firm) and Bill & Melinda Gates Foundation. - 2ª ed. - [S.l.]: IDEO, 2011. - ISBN 9780984645701.
- [4] BETTENCOURT, Lance A.; ULWICK, Anthony W. - The Customer-Centered Innovation Map [Em linha]. [S.l.]: Harvard Business Review, May 2008. [Consult. 19 Agost. 2014]. Disponível em WWW:<URL: http://www.jey-associates.com/pr/Customer-CenteredInnovationMap_R0805Hp2.pdf>
- [5] Project 28: Lessons learned and the future of SBINET [Em linha]. Washington DC, USA: Project 28. [Consult. 5 Agost. 2014]. Disponível em WWW:<URL: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CHRG-110hrg44137/html/CHRG-110hrg44137.htm>>
- [6] Ten types of innovation : the discipline of building breakthroughs / Larry Keely ... [et al.]. - Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2013. - ISBN 978-1-118-50424-6.
- [7] DOBLIN - Ten Types of Innovation: The Discipline of Building Breakthroughs [Em linha]. [S.l.]: Doblin. [Consult. 14 Agost. 2014]. Disponível em WWW:<URL: <http://www.doblin.com/tentypes/#framework>>
- [8] PIRES, Cristina [et al.] - Contextual Design. Saber & Fazer Telecomunicações. ISSN 1645-8710. Nº 10 (2012), p. 13-20.
- [9] OLIVEIRA, Inês; MOREIRA, Lúcia; SEIXAS, Nuno - Design Thinking. Saber & Fazer Telecomunicações. ISSN 1645-8710. Nº 11 (2013), p. 9-14.
- [10] CZELUSNIAK, Adriana - Vida entre muros. Gazeta do povo [Em linha]. Brasil: Gazeta do povo. Publicado em 31/05/2009. [Consult. 02 Abr. 2014] Disponível em WWW:<URL: <http://www.gazetadopovo.com.br/viverbem/conteudo.phtml?tl=1&id=891861&tit=Vida-entre-muros>>
- [11] Customers Included: How to Transform Products, Companies, and the World - With a Single Step / Mark Hurst and Phil Terry. -1st ed. - [S.l.]: Creative Good, Inc., 2013. - ISBN 978-0-979-36811-0.

SMARTDATA E SEGURANÇA



Ricardo Azevedo
(PT Inovação)



Telma Mota
(PT Inovação)



Tiago Pires
(PT Inovação)



João Duro
(PT Inovação)



Michael Costa
(PT Inovação)



Ricardo Macedo
(PT Inovação)



Luís Cortesão
(PT Inovação)

RESUMO

A Internet do Futuro será uma parte essencial do conhecimento da sociedade e fornecerá novas oportunidades de negócio com base em informação. Como tal, é essencial criar uma plataforma comum que recolha a informação, proveniente das diversas fontes de contexto, processe, guarde e disponibilize essa informação às aplicações através de interfaces bem definidas e seguras. Este artigo descreve a plataforma Smartdata que integra produtos PT Inovação como o IAM e o M2M NSCL e que serve, entre outros, os casos de uso dos projetos Europeus ICT Smartie (*Secure and sMArterciTIEs data management*) e UCN (*User-Centric Networking*). O objetivo do SMARTIE é criar uma *framework* segura e distribuída para aplicações IoT que partilham grandes volumes de informação e de natureza muito heterogénea. O projeto UCN pretende utilizar informação proveniente dos clientes para guardar, descobrir e entregar conteúdos, de forma personalizada, no melhor momento e nas melhores condições.

PALAVRAS-CHAVE

Plataforma de Serviços, IoT (*Internet Of Things*), Smartdata, Contexto, Sensores, Segurança, Privacidade

A

1. Introdução

Internet do Futuro ou Internet/cloud das Coisas (IoT/CoT – Internet/Cloud of Things) [1] representa uma mudança significativa na forma como nos relacionamos e interagimos com os objetos físicos que nos rodeiam. Genericamente, o conceito IoT, inserido na evolução do M2M (*Machine-to-Machine*) [2], pode definir-se como sendo a rede de coisas (pessoas, dispositivos, sistemas, serviços, i.e., objetos digitalmente identificáveis) que se interligam e comunicam através da Internet. Desta forma, a fronteira entre objetos físicos e virtuais nunca foi tão tênue, sendo expectável que, a longo prazo, essa fronteira se torne ainda mais reduzida e que, em 2020, 30 bilhões de objetos estejam ligados sem fios à Internet [3] e que, em 2025, a computação embebida e usável seja uma realidade [4].

Neste contexto, o interesse e investimento na área de IoT/M2M tem vindo a crescer e, conseqüentemente, o número de ofertas no mercado nas chamadas áreas de interesse verticais (saúde, energia, transportes, agricultura). Na nossa opinião, uma empresa como a PT Inovação, exploratória e instrumental no grupo PT, deve apostar na área de IoT, aproveitando as oportunidades de negócio que irão ser cada vez mais diversificadas. É, no entanto, fundamental aprofundar o conhecimento nas diferentes áreas de negócio e uma das vias interessantes para a PT Inovação é continuar a participar em projetos onde se promove a colaboração com outros países e outras entidades/empresas com experiência na área e onde se desenvolvem pilotos que exploram cenários mais atrativos e inovadores, como por exemplo em programas como o ICT FP7 [5] e H2020 [6] [7]. Nesta perspetiva, o compromisso já assumido pela PT Inovação, na participação ativa em projetos Europeus, como o UCN [8] e o Smartie [9], levou à construção de uma plataforma IoT designada “Smartdata” que pretende, por um lado, contribuir de forma integrada e sustentada (tendo em conta a concentração de esforços e recursos) para os projetos em curso e outros futuros, e por outro, garantir as bases para a experimentação de conceitos e tecnologias, fundamentais no processo efetivo de transferência de conhecimento para as *Business Units* (BUs).

Conseqüentemente, a integração da plataforma Smartdata com o produto PT Inovação NSCL (*Network Service Capability Layer*) [10] constitui uma prioridade na evolução da solução aqui apresentada, assim como o estudo e implementação de novas técnicas de privacidade e segurança, assunto de interesse transversal

para os produtos PT Inovação.

Este artigo começa por apresentar o estado de arte e as opções tecnológicas que foram consideradas e avaliadas no desenho e implementação da plataforma Smartdata. Descreve, de forma sumária, a plataforma (arquitetura e implementação), destacando as suas características de privacidade e segurança e a integração com o produto PT Inovação NSCL. Por fim, apresenta, de forma sucinta, os dois projetos Europeus que suportam este trabalho e diversos cenários que servirão de base para desafiar, validar e demonstrar as funcionalidades da plataforma Smartdata.

2. Estado da arte

No desenvolvimento da plataforma Smartdata, foi selecionado e avaliado um conjunto de normas, tecnologias e protocolos capazes de responder aos requisitos previamente identificados em cada um dos projetos.

Concretamente, efetuou-se a avaliação das seguintes tecnologias/protocolos:

- MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) é um protocolo “*lightweight*” orientado para a troca de mensagens numa topologia *publish-subscribe* e é normalizado pela OASIS [11];
- AMQP (*Advanced Message Queuing Protocol*) é um protocolo normalizado, usado para troca de mensagens entre aplicações; focado em não perder mensagens [12];
- CoAP (*Constrained Application Protocol*) é um protocolo usado em dispositivos muito simples e limitados; é orientado ao recurso (arquitetura REST), de fácil tradução em HTTP, simples, pouco *overhead* e responde em *multicast* [13];
- OneM2M é uma iniciativa que tem como objetivo normalizar as especificações técnicas do “*service layer* (SCL)” M2M/IoT [14];
- ActiveMQ é um servidor de mensagens *open source* Apache que suporta vários protocolos, incluindo o MQTT e AMQP [15];
- RabbitMQ tal como o ActiveMQ é um servidor de mensagens *open source* [16];
- Camel é uma implementação *open source* Apache de uma *framework* java que permite, de um modo simples, o encaminhamento de mensagens entre *endpoints* [17];

- Docker é uma plataforma aberta para implementadores e administradores de sistemas que permite construir e correr aplicações distribuídas [18];
- Cassandra é um sistema Apache *open source* de gestão de base de dados (NoSQL – híbrido *key-value/column oriented*), distribuído, altamente escalável e de elevado desempenho [19].
- Hadoop é uma *framework* Apache que permite o processamento distribuído de grandes quantidades de dados [20].

Para além de cumprir os requisitos dos projetos financiados, as opções tecnológicas foram determinadas pela necessidade de implementar soluções funcionais com custos de implementação e integração reduzidos, pelo que se privilegiaram as soluções *open source*. No entanto, não negligenciamos as necessidades subjacentes à sua evolução para soluções comerciais, assim como a sua integração com soluções PT Inovação e a sua adaptação às normas emergentes e em consolidação na área.

3. Plataforma Smartdata

A plataforma Smartdata obedece a uma arquitetura orientada a serviços (*Service-oriented architecture*) [21], segue os princípios da abordagem de aprovisionamento de serviços (*Service Delivery Framework*) [22] e é baseada em conceitos de computação *producer-consumer*, onde a sincronização entre múltiplos processos é essencial.

3.1. Arquitetura

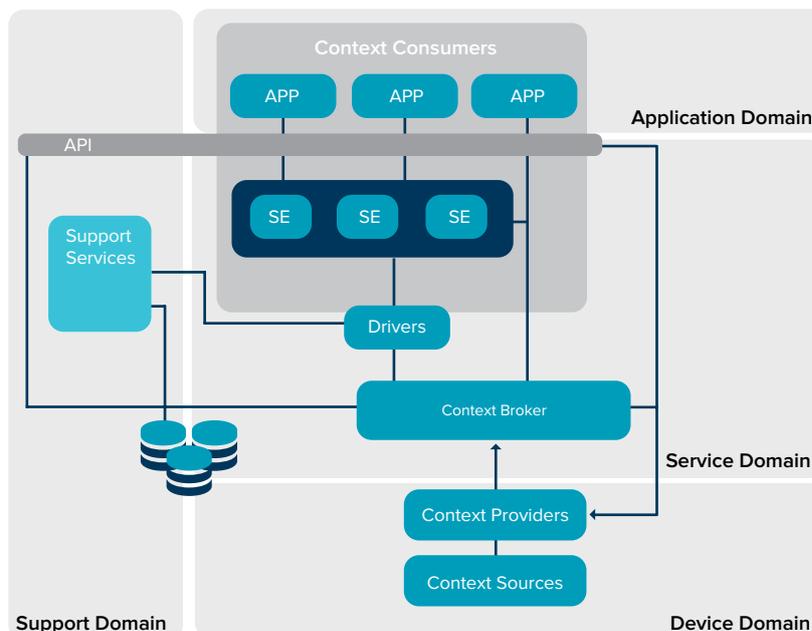


Figura 1 - Arquitetura Smartdata

A arquitetura de alto nível, representada na Figura 1, pretende ser genérica, de forma a suportar informação proveniente de ambientes heterogéneos e de vários tipos de objetos. O ecossistema da plataforma é dividido em quatro domínios: domínio dos dispositivos (*Device Domain*), domínio de suporte (*Support Device*), domínio dos serviços (*Service Domain*) e domínio das aplicações (*Application Domain*).

No **domínio dos dispositivos** estão inseridas as fontes e os fornecedores de contexto (*context sources/provider*), isto é os recursos, as *gateways* ou qualquer outro tipo de fornecedor de dados que alimente a plataforma, de que podem ser exemplo: conectores das redes sociais, sensores diversos (e.g. temperatura, humidade, pressão arterial), *set-top boxes* (STB), APIs internet (e.g. informação meteorológica), etc. Em particular, as *gateways* recebem tipicamente dados de vários sensores, executam pós-processamento básico sobre *raw data* e oferecem APIs, tornando o acesso à informação agnóstico à tecnologia associada aos sensores, mas dependente da especificação da API e do modelo de informação usado.

No **domínio de suporte** situam-se as funcionalidades transversais à plataforma, como por exemplo o armazenamento, a autenticação, a autorização/controlo de acessos, o registo e a gestão de SLAs (*Service Level Agreement*).

No **domínio dos serviços** concentra-se o núcleo da plataforma, dividido entre a comunicação com os sensores (*context broker*) e os serviços propriamente ditos (*context consumers*), ou seja, os *Service Enablers* e a API genérica REST [23]. O *Context Broker* é responsável por garantir a comunicação com os recursos,

usando diferentes protocolos, enquanto os *Service Enablers* representam a lógica genérica de agregação, inferência, aprendizagem e previsão que opera sobre as mensagens provenientes dos recursos. A API REST permite aceder à plataforma de forma unificada.

Por último, o **domínio das aplicações** inclui todas as aplicações e serviços de cliente que queiram usufruir da informação e serviços oferecidos pela plataforma Smartdata (aplicações móveis, aplicações web, etc.).

3.2. Implementação

Os componentes genéricos da solução Smartdata foram implementados usando as tecnologias representadas na Figura 2.

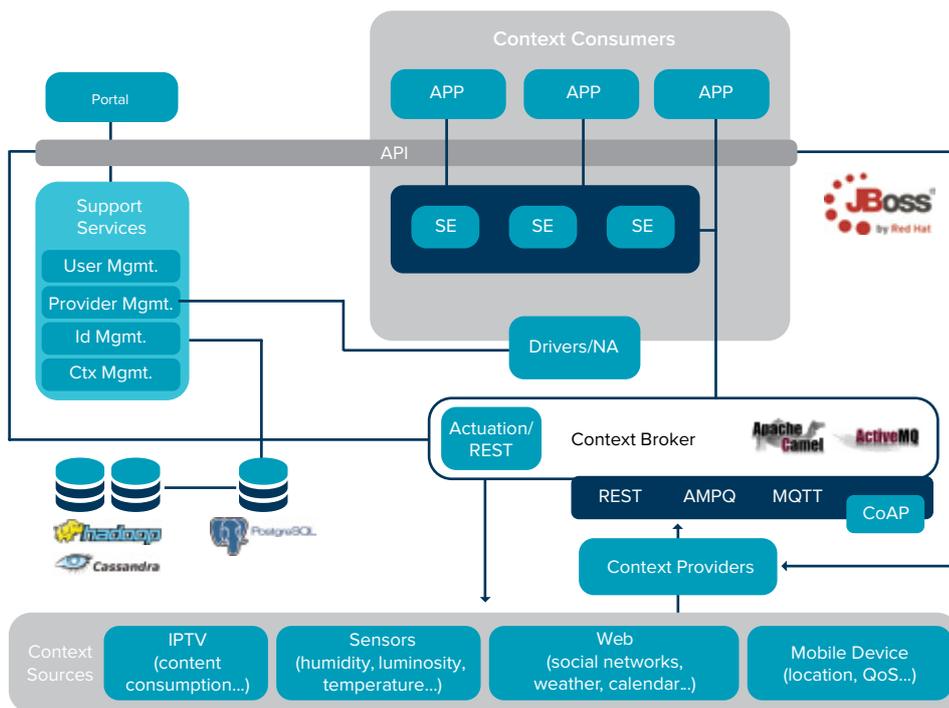


Figura 2 - Plataforma Smartdata

Support Services

A componente “serviços de suporte” desempenha um papel fundamental na plataforma, uma vez que é responsável pela persistência de todos os recursos disponíveis na API, bem como de todas as mensagens que são recebidas pelo *Context Broker*, ou seja, as mensagens provenientes das fontes de dados. Aos recursos/fontes chamamos “tópicos” porque, quando instanciados, identificam mais facilmente o tipo de informação que representam (e.g. temperatura, humidade) e são eles as peças basilares do nosso modelo relacional.

Para facilitar a gestão entre as bases de dados e os recursos utilizamos a *Java Persistence API (JPA)* e as operações sobre as entidades estão expostas internamente na forma de serviços através de *Enterprise JavaBeans (EJB)* [24]. O módulo de suporte é também responsável por expor os recursos representados no sistema, ou seja, expor a API de gestão da plataforma Smartdata; para tal utilizamos *JAX-RS* [25] que oferece mecanismos para criar *Web Services* de acordo com a arquitetura REST.

Estão, igualmente, incluídos neste módulo todos os serviços de segurança e privacidade descritos no subcapítulo seguinte.

Context Broker

A comunicação entre o domínio dos sensores/*gateways* (*Context Sources/Providers*) e o domínio dos serviços (*Context Consumers*) é realizada através do *context broker*, funcionando como adaptador protocolar com

base em gestão de *queues* e como encaminhador de mensagens. Uma vez que a plataforma Smartdata tem de dar suporte a diferentes projetos com diferentes tipos de cenários, um dos requisitos é suportar diferentes protocolos de mensagens (*messaging*). Para dar suporte a este requisito foram analisados dois *brokers* de mensagens *Open Source* - Apache ActiveMQ e RabbitMQ, tendo-se optado por usar o ActiveMQ porque é atualmente o servidor com maior número de instalações e que melhor integra com o mundo JAVA (JBoss,

TOMCAT, etc.) [26]. Os protocolos que estão disponíveis na plataforma Smartdata são os seguintes - MQTT, AMQP, HTTP (REST), tendo também sido implementada uma *gateway* COAP, uma vez que o ActiveMQ não suporta de raiz este protocolo. Foi também criada uma camada de segurança dentro deste bloco, de modo a fornecer mecanismos de comunicação e autenticação aos recursos, caso o fornecedor necessite.

Este módulo é, igualmente, responsável pelo encaminhamento (*routing*) das mensagens, criando as subscrições nos tópicos do ActiveMQ usando o *pattern publish-subscribe*. Ou seja, quando alguém publica uma mensagem num tópico, esta é encaminhada para todos aqueles que subscreveram esse mesmo tópico. Para ser possível um ambiente de *publish-subscribe* dinâmico usamos a *framework* Apache Camel, que fornece bibliotecas para definir rotas em diversas linguagens específicas e através de vários tipos de modelos de mensagens de transporte, entre os quais HTTP e JMS. Com esta *framework*, podemos criar subscrições dinâmicas consoante as necessidades de cada consumidor. Fica assim facilitada a ligação entre os serviços, as aplicações criadas pelo utilizador e a plataforma Smartdata, uma vez que o utilizador tem liberdade para gerir os tópicos para onde as mensagens dos seus recursos vão ser publicadas.

Portal

O portal web permite a qualquer cliente da plataforma Smartdata configurar a mesma de acordo com as suas

necessidades. Neste módulo é possível registrar e efetuar a gestão de utilizadores, assim como de todos os recursos disponíveis na sua conta. Todas as contas na plataforma Smartdata estão associadas a um *tenant*, ou seja, a um cliente. Desta forma, os recursos disponíveis nessas contas ficam associados apenas a esse *tenant* e são desconhecidos para todos os outros *tenants*.

Através deste portal, o utilizador pode fazer a gestão de novos sensores, consumidores e atuadores, bem como definir como e para onde os seus dados devem fluir. Pode ainda consultar os dados associados a cada um dos seus recursos.

Em termos tecnológicos, este portal oferece uma interface sobre a API de gestão da plataforma Smartdata usando Javascript (mais concretamente, pedidos Ajax usando a biblioteca jQuery). Foram ainda implementados mecanismos de proteção das chaves de segurança dos utilizadores do portal; de modo a proteger as chaves privadas de acesso à API, foi implementada uma *Servlet* que serve de “mediadora” entre o Javascript e a API. As chaves primárias residem apenas no lado do servidor, de forma a reduzir a presença destas chaves em redes externas.

Driver/NA (Network Adapter)

Estes módulos servem como *drivers* dos sensores/*gateways*, ou seja, são estes os módulos que permitem interpretar as mensagens dos diferentes sensores, bem como garantir a sua persistência. Um exemplo de um NA básico presente na plataforma, é o NA que trata de armazenar as mensagens nas bases de dados; este NA é agnóstico ao formato das mensagens, ou seja, é um *driver* genérico que armazena as mensagens tal como foram recebidas. Outros NAs semanticamente mais evoluídos serão eventualmente necessários, dependendo das *gateways*, da complexidade das suas APIs e dos seus modelos de informação.

SEs (Service Enablers)

No bloco SEs, estão presentes a lógica e os algoritmos que operam sobre as mensagens *raw*, de forma a produzir contexto relevante para as aplicações. Dependendo do que seja pertinente disponibilizar de forma genérica às aplicações, poderemos ter diferentes tipos de algoritmos, nomeadamente aprendizagem, previsão, estatística e inferência. As ferramentas Apache Cassandra e Hadoop são utilizadas no armazenamento e processamento da informação produzida (e.g. identificação de padrões, tratamento estatístico). Os *Service Enablers* podem alimentar diretamente as aplicações e/ou as bases de dados internas, registando e criando um histórico de informação pós-processada mais elaborado.

Infraestrutura

O *Docker* é a mais recente tecnologia na área da virtua-

lização, permitindo criar, disponibilizar e executar aplicações de forma distribuída e independente do sistema operativo (SO). As máquinas virtuais tradicionais contêm as aplicações (incluindo binários e bibliotecas), assim como o sistema operativo completo, enquanto um *container docker* contém as aplicações, mas não os *drivers* do SO; corre apenas um processo isolado no sistema operativo principal e partilha o *kernel* com outros *containers*. Consegue, portanto, usufruir do isolamento e da alocação de recursos das VMs e garantir maior eficiência e portabilidade.

Em suma, com o *Docker* garante-se que:

- A aplicação criada para desenvolvimento pode ser a mesma utilizada em produção (portabilidade);
- Diferentes versões da aplicação podem ser utilizadas (sistema de controlo de versões);
- As ferramentas instaladas e configuradas podem servir de base para outras aplicações (partilha).

Neste sentido, foram criadas duas aplicações base para o funcionamento da plataforma: uma com o servidor aplicacional JBoss Wildfly e outra com o *broker* de mensagens Apache ActiveMQ. Para além disso, foram criadas duas aplicações de gestão: uma de integração contínua – Jenkins – e outra de monitorização de máquinas e serviços – Nagios.

3.3. Privacidade e segurança

No que diz respeito à autorização, e no que dela depende a privacidade, há dois paradigmas possíveis - centralizado ou distribuído, sendo que no cenário centralizado, um utilizador pode ser ele próprio responsável pelos atributos da sua identidade, ou delegar essa tarefa numa outra entidade (centralizada). A combinação de ambos é também possível e bastante utilizada.

Autenticação

Foram implementados dois protocolos de autenticação de utilizadores, sendo eles o OAuth 2.0 [27] e o OpenID Connect [28]. Comunicando com o servidor de autorização da plataforma, os utilizadores podem escolher um destes protocolos para obter um *token* que servirá de garante da sua identidade.

Relativamente aos sensores/*gateways*, estes podem apenas usar o protocolo OAuth 2.0 para obter o *token* que lhes garante a comunicação com a plataforma Smartdata. Contudo, como existem recursos que não são capazes de enviar credenciais, existe também a possibilidade de comunicarem sem se autenticarem (aconselhado apenas em situações de mútua confiança).

Para autenticar um utilizador que quer aceder a um serviço utilizando OAuth 2.0, deve seguir-se o fluxo “*resource owner password credentials*” no *endpoint [host]/auth/*

oauth/token. O serviço deverá enviar o pedido com as credenciais do utilizador e adicionar o cabeçalho “*authorization header*” com as credenciais do serviço. Caso as credenciais do utilizador e do serviço sejam válidas, o servidor irá retornar um *token* para aceder à plataforma e um segundo *token* (para pedir novo *token* de acesso quando o atual expirar). Os serviços internos da plataforma necessitam também de se autenticar para realizar chamadas à API; para tal utilizam o fluxo “*client credentials*” no mesmo *endpoint*, *[host]/auth/oauth/token*.

Já que o protocolo OAuth foi inicialmente desenhado para suportar apenas autorização, para proceder à autenticação foi implementado o fluxo “*authorization code flow*” do OpenID Connect. Ao utilizar este método, o serviço primeiro encaminha o utilizador para o *endpoint* *[host]/auth/openid/authorization* (para se autenticar) e, só depois encaminha o utilizador para a aplicação, conjuntamente com um código. Para concluir, a aplicação utiliza o fluxo “*authorization code*”, que consiste em enviar um pedido para o *endpoint* *[host]/auth/openid/token* com o código recebido e incluir o cabeçalho “*authorization header*” com as suas credenciais. Por fim, a aplicação recebe os mesmos *tokens* descritos no OAuth e um novo *token* com informação sobre o utilizador.

Autorização

A API da plataforma Smartdata está protegida – um serviço consegue apenas ter sucesso na invocação da API após incluir no seu pedido o cabeçalho “*authorization header*” com o *token* de acesso recebido no momento de autenticação. Através deste *token*, a plataforma identifica o serviço que realiza o pedido e qual o utilizador ou recurso que está a utilizar o serviço; caso seja um serviço interno o *token* está apenas associado a um serviço.

A plataforma é *multi-tenant* - todos os utilizadores e sensores estão ligados a um *tenant* e tudo o que um utilizador realizar na plataforma vai ser “visto” apenas no contexto do seu *tenant*.

Para realizar a autorização é utilizado o produto PT Inovação IAM, cujo controlo de acessos é baseado em papéis (*RBAC-role-based access control*) [29], ou seja as permissões associadas a utilizadores, sensores e serviços são realizadas através de papéis (i.e. se for atribuído o mesmo papel a um utilizador e a um sensor, eles terão necessariamente os mesmos privilégios). Note-se, no entanto, que se o pedido for realizado por um serviço, as permissões apenas dependem do seu próprio papel, enquanto se o pedido vier de um utilizador ou de um recurso (que são sempre no contexto de invocação de um determinado serviço), então esse pedido terá apenas permissão para prosseguir depois de analisada a intersecção de permissões dos papéis do utilizador (ou recurso) com as do serviço.

Comunicação

A segurança da comunicação dos serviços com a plataforma é garantida utilizando o protocolo de comunicação HTTPS. Através deste protocolo é gerado um canal de comunicação seguro entre a plataforma e o serviço que está a invocar a API.

Relativamente aos recursos, estes podem comunicar com a plataforma utilizando HTTP, AMQP e MQTT; em qualquer um destes protocolos é possível utilizar SSL para uma comunicação segura entre os recursos e a plataforma. Podem ainda comunicar através de CoAP mas, se utilizarem este protocolo, a comunicação não será segura.

3.4. Integração Smartdata/NSCL

Estão em estudo cenários de integração entre a plataforma Smartdata e o produto PT Inovação M2M NSCL (*Network Service Capability Layer*) [10]. A ideia subjacente é integrar uma solução como o Smartdata, que tem com base soluções *Open Source* e protocolos de *messaging* normalizados (AMQP, MQTT, etc.), com a solução *ETSI-compliant*, o NSCL. Ambas beneficiam com esta integração. Através do Smartdata, o NSCL passa a oferecer aos sensores e *gateways* suporte para vários protocolos de comunicação e o Smartdata pode passar a receber através do NSCL, informação de sensores e *gateways* *ETSI-compliant*. Deste modo, serviços e aplicações ETSI e não-ETSI-compliant passarão a ter acesso a informação proveniente de um conjunto mais alargado de fontes de informação. Em suma, a primeira fase de integração consiste em criar uma ligação entre as duas plataformas para partilha de informação. Posteriormente, as duas plataformas poderão ser completamente integradas, constituindo uma solução única de oferta para serviços IoT/M2M.

4. Casos de uso

Esta secção descreve, resumidamente, os objetivos dos projetos Europeus UCN [8] e Smartie [9], assim como os caso de uso mais relevantes.

4.1. Projeto UCN (User Centric Networking)

O projeto UCN [8] tem como objetivo melhorar a experiência de utilização de serviço, através da personalização. A informação de contexto recolhida de cada cliente servirá para otimizar os processos de guardar, descobrir e entregar conteúdos, em qualquer altura e nas melhores condições. Pretende-se desenvolver um *Personal Information Hub* (PIH) distribuído para guardar informação de contexto (gostos, estados de espírito, preferências, expectativas, amigos “sociais”, recursos) e utilizar esta informação para decidir, num determinado momento, onde procurar um determinado conteúdo, a

quem o entregar e como configurar a sua entrega. Neste momento, a plataforma Smartdata já recebe os consumos do cliente a partir das *boxes* do MEO e identifica as suas preferências. Seguir-se-á a análise de páginas *web* (páginas visitadas, compras, etc.), redes sociais e outras fontes que contribuam para melhor definir o perfil do cliente.

Toda a informação recolhida será armazenada na plataforma Smartdata (com suporte a uma infraestrutura de *big data*) para pós-processamento (estatístico, recomendação, previsão e inferência).

Cenários (projeto UCN)

Esta secção apresenta, de forma resumida, alguns dos cenários propostos pelo projeto UCN, de interesse para a PT Inovação.

Recomendações TV

Quando vê televisão, o utilizador está normalmente interessado em programas que se adequem aos seus gostos. Para o ajudar a ter uma melhor experiência televisiva, o fornecedor de serviços multimédia pode permitir classificar os canais e respetivos os programas televisivos e, com base em dados de consumo recolhidos, apresentar-lhe uma lista de canais/programas relacionados com os seus gostos. Caso o utilizador queira ver um novo programa, com um tema diferente dos seus visionamentos habituais, pode ser-lhe permitido visualizar a lista de recomendações dos seus amigos. Adicionalmente, durante a visualização de programas, é também possível recomendar um programa de interesse, diretamente a um amigo.

Anúncios direcionados

Num fim-de-semana, o utilizador pode decidir ver uma gravação num canal sobre culinária. Durante a visualização pode ser-lhe apresentada publicidade de um restaurante local, onde existe uma promoção para aquela noite.

Alternativamente, enquanto aguarda o carregamento de um filme do seu videoclube, pode ser-lhe apresentada publicidade oriunda de um cinema das redondezas, para informar que está a ser realizada uma maratona de filmes de um dos seus cineastas preferidos.

Partilha de multimédia entre amigos

Ao voltar de um jantar num restaurante local, o utilizador pode decidir fazer *upload* das fotografias dos pratos requintados que acabou de desfrutar. Além das fotografias, o utilizador também pode fazer *upload* de um vídeo que mostra o ambiente do restaurante. Quando os *uploads* acabam, o utilizador seleciona 6 amigos da turma de culinária para partilhar com eles os conteúdos carregados.

4.2. Projeto SMARTIE (Secure and sMARTer-cITIEs data management)

O objetivo do SMARTIE [9] é criar uma *framework* distribuída para aplicações IoT de natureza muito heterogênea e que partilhem grandes volumes de informação. Esta *framework* deve assegurar a entrega de informação *end-to-end* de forma segura e confiável e deve servir propósitos de *decision-making*, seguindo estritamente os requisitos de privacidade do dono da informação. Os conceitos do SMARTIE serão testados em ambientes reais, em cidades da Alemanha, Sérvia e Espanha. As áreas de teste serão os Transportes e a Energia.

Cenários (projeto SMARTIE)

Esta secção apresenta, de forma sucinta, alguns cenários propostos pelo projeto SMARTIE.

Controlo centralizado de uma cidade inteligente

O objetivo deste cenário é mostrar como diferentes informações sobre a cidade podem ser combinadas para fornecer uma visão geral do que está a acontecer e criar sinergias que permitam o aparecimento de novas aplicações. Sensores e atuadores, inicialmente instalados para fins específicos, podem ser utilizados por diversas aplicações que correlacionem a informação original e extraíam informação nova que conduza a novas conclusões. Por exemplo: informação sobre a situação do trânsito pode ser altamente relevante para os transportes públicos; valores de temperatura incomuns, em conjunto com o aumento da poluição, podem apontar para potenciais incêndios; o aumento do nível de ruído em determinada área pode ser relevante para a segurança pública, caso as informações recolhidas possam ser correlacionadas com o histórico (por exemplo, sobre um jogo de futebol ou um concerto).

Gestão inteligente de energia

O objetivo deste cenário é fornecer um sistema de referência capaz de gerir de forma inteligente o consumo de energia dos consumidores mais relevantes para o uso energético da cidade. Neste sentido, é possível identificar diferentes ecossistemas compondo uma cidade em, por exemplo, grupos de bairros, residências, escolas, hospitais, universidades, etc. Todos estes ecossistemas podem ser vistos como conjuntos de edifícios onde as pessoas realizam diferentes tarefas diárias. Considerando os edifícios como o ponto comum de todos os sistemas urbanos, é proposto centrar o trabalho na gestão da eficiência energética dos edifícios porque, em cidades sustentáveis, serão eles o fator determinante para atingir a eficiência energética no seu todo.

Gestão inteligente de transportes públicos

O objetivo é melhorar a gestão dos transportes públi-

cos nas cidades. Inicialmente, o foco está nos autocaros, mas, mais tarde, irá estender-se para incluir outros meios de transporte, redes e operadores. Assim, este cenário promove e incentiva uma maior utilização dos meios de transporte sustentáveis, com benefícios de tempo e custo para os viajantes. Através da plataforma inteligente de transportes públicos, serão alcançados múltiplos benefícios não só para os utilizadores dos transportes (viajantes), mas também para os fornecedores (operadores), autoridades de trânsito, e outras entidades envolvidas na gestão de uma cidade. Além de fornecer um método eficiente e barato para a transmissão de informações de interesse no planeamento de viagens, pretende-se implementar serviços mais seguros e otimizar o fluxo de tráfego.

Gestão inteligente do tráfego

O objetivo deste cenário é usar a plataforma para melhorar a situação do trânsito, o nível de informação apresentada aos utilizadores e a segurança no trânsito, através da combinação de subsistemas de infraestruturas de trânsito existentes (como sensores de medição de tráfego, unidades de *display* LED, semáforos). Isso permitirá às autoridades de gestão do tráfego ter acesso, de forma integrada, a diferentes fontes de dados e melhorar a segurança do trânsito e o fluxo de tráfego na área em questão. Pretende-se, deste modo, melhorar a eficiência dos recursos da infraestrutura de tráfego em caso de emergência, congestionamentos ou outros eventos inesperados.

4.3. Segurança

Do ponto de vista de segurança, os projetos Europeus SMARTIE e UCN são interessantes porque apresentam desafios bastante distintos. No caso do SMARTIE a informação pretende-se centralizada numa única entidade (e.g. câmara) que tenha acesso a toda informação, garantindo, ao mesmo tempo, a privacidade e os requisitos particulares de cada fonte de informação. Já no caso do UCN, o utilizador é o centro das atenções, sendo ele o único dono da informação e o alvo de todos os serviços que se pretendem o mais personalizados possível. No entanto, a privacidade da informação recolhida no UCN também imporá requisitos de privacidade exigentes, já que existem cenários de TV (um meio partilhado por natureza) e de social TV.

Resumindo, os requisitos de autenticação, autorização e privacidade de cada projeto, assim como necessidades particulares dos casos de uso identificados no SMARTIE e no UCN, estão a ser considerados no desenho e desenvolvimento da plataforma Smartdata; fica assim assegurada a sua validação, cobrindo o maior número de casos possível.

Em breve serão integradas na plataforma Smartdata os componentes de segurança que estão a ser desenvolvidos separadamente, sendo eles o XACML com JSON e o Secure COAP.

O primeiro, o XACML com JSON, vai permitir utilizar políticas XACML mas em que serão utilizados *tokens* em JSON em vez de XML. Além disso, em vez de existir um ponto central para autorizar uma ação, esta será realizada diretamente nos recursos que, ao receberem o *token*, poderão ou não autorizar a ação. O outro componente, Secure CoAP, é uma adaptação do CoAP para garantir uma comunicação segura entre os recursos e a plataforma. Os algoritmos criptográficos que serão utilizados neste protocolo de comunicação irão ter em consideração a pouca capacidade de processamento de diversos recursos (e.g. sensores).

5. Considerações finais

5.1. Trabalho futuro

Após a consolidação das funcionalidades base da plataforma e a sua integração com os produtos PT Inovação, o enfoque do desenvolvimento transitará para os *Service Enablers*; em particular, para as capacidades baseadas em *Machine Learning*, (previsão, inferência, recomendação e aprendizagem). Prevê-se, igualmente, uma necessidade crescente de lidar com um grande volume de informação, o que implicará a articulação (já iniciada) com as tecnologias e plataformas de *Big Data* da PT Inovação.

5.2. Impacto PT

O desenvolvimento da plataforma Smartdata, em estreita articulação com outros produtos PT Inovação, permitirá à PT consolidar o seu posicionamento estratégico nesta área, disponibilizando uma plataforma capaz de suportar soluções seguras e inovadoras e permitindo o acesso transparente a dispositivos heterogéneos. Adicionalmente, a articulação com os projetos financiados aqui identificados (UCN e Smartie) constitui uma fonte importante e diversa de requisitos, o que irá permitir adequar a plataforma às prementes necessidades de privacidade e segurança dos utilizadores finais.

Por último, a plataforma terá capacidade de suportar um vasto ecossistema de aplicações nas mais diversas áreas – nomeadamente *smart cities* (gestão de energia, água, resíduos, transportes, ...), *smart agriculture, health & well-being*, televisão interativa (por ex. recomendações personalizadas) –, disponibilizando facilidades de segurança (autenticação, autorização e privacidade) absolutamente críticas para a adoção plena pelos clientes finais.

Referências

- [1] J. Holler, V. Tsiatsis, C. Mulligan, S. Avesand, S. Karnouskos e D. Boyle, From Machine-to-Machine to the Internet of Things: Introduction to a New Age of Intelligence , 1st Edition, Academic Press, 2014.
- [2] <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/m2m>
- [3] <https://www.abiresearch.com/press/more-than-30-billion-devices-will-wirelessly-conne>
- [4] <http://www.pewinternet.org/2014/05/14/main-report-an-in-depth-look-at-expert-responses/>
- [5] <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/>
- [6] <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>
- [7] Telma Mota, Marta Pinto e Raul Junqueiro, Revista Saber & Fazer 2014 – Ecosistema H2020: programa para a investigação e inovação na EU.
- [8] <http://usercentricnetworking.eu/>
- [9] <http://www.smartie-project.eu/>
- [10] Fernando Santiago, Filipe Cabral Pinto, Pedro Nuno Rocha, Jorge Miguel Sousa, Jacinto Vieira e Ricardo Melo, Revista Saber & Fazer 2014 – Framework NSCL em contexto M2M.
- [11] <http://mqtt.org/>
- [12] <http://www.amqp.org/>
- [13] <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc7252/>
- [14] <http://www.onem2m.org/>
- [15] <http://activemq.apache.org/>
- [16] <http://www.rabbitmq.com/>
- [17] <http://camel.apache.org/>
- [18] <https://www.docker.com/>
- [19] <http://cassandra.apache.org/>
- [20] <http://hadoop.apache.org/>
- [21] http://www.service-architecture.com/articles/web-services/service-oriented_architecture_soa_definition.html
- [22] TMforum, “Technical Reports - TMForum,” 2014. [Online]. Available: <http://www.tmforum.org/Technical-Reports/TR139ServiceDelivery/34303/article.html>.
- R. T. Fielding, “Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures,” Irvine, 2000.
- [23] http://www.service-architecture.com/articles/web-services/representational_state_transfer_rest.html
- [24] <https://jcp.org/aboutJava/communityprocess/final/jsr220/>
- [25] <https://jax-rs-spec.java.net/>
- [26] <http://predic8.com/activemq-hornetq-rabbitmq-apollo-qpuid-comparison.htm>
- [27] <http://oauth.net/2/>
- [28] <http://openid.net/connect/>
- [29] http://www.rackspace.com/knowledge_center/article/overview-role-based-access-control-rbac

10

CRM PT SIMPLIFICADO E EFICIENTE: UMA ABORDAGEM INTEGRADA



Paulo Carmo
(PT Inovação)

Daniel Veiga
(PT Inovação)

José Mirco
(PT Inovação)

Pedro Fonseca
(PT Inovação)

RESUMO

A conceção e construção de uma base única de clientes, potenciadora da consolidação e uniformização dos processos de atendimento e da centralização de todos os pontos de contacto do cliente, foi uma das iniciativas mais estruturantes e ambiciosas levadas a cabo por um operador de telecomunicações a nível global. A PT Inovação foi parte determinante no sucesso da implementação da solução CRM One para o Grupo PT.

PALAVRAS-CHAVE

Customer Relationship Management, CRM, Cliente, Estruturante, Unificação, Convergência



1. Introdução

competição, dinamismo e constante inovação que hoje em dia pautam o setor das telecomunicações despoletaram nas organizações que aqui atuam, e especialmente naquelas que são líderes, uma mudança de paradigma, forçando-as a abandonar uma orientação para o produto ou serviço, para recentrar o seu foco no cliente. Numa altura em que o “consumo digital” é instantâneo e freneticamente volátil, a retenção e fidelização do cliente é indubitalmente um dos maiores desafios que as empresas enfrentam. Estes objetivos só podem ser alcançados se o prestador conseguir aliar à inovação nos produtos e serviços, preços competitivos e uma grande habilidade em “cuidar” a relação que mantém com os seus clientes.

O equilíbrio do triângulo Inovação, Preço e Qualidade apresenta-se como um dos maiores desafios dos operadores de telecomunicações. A gestão do relacionamento com o cliente nas suas múltiplas vertentes assume neste contexto um papel essencial na diferenciação e competitividade.

Em tempo útil, e enquadrado dentro dos seus grandes objetivos estratégicos, como sejam a liderança do mercado de consumo na convergência, o desempenho de topo na experiência do cliente e a excelência na eficiência operacional, a Portugal Telecom (PT) decidiu avançar com um ambicioso programa de transformação de Sistemas e Tecnologias de Informação que permitisse dotar a organização de uma solução transversal e unificada de gestão de relacionamento com o cliente.

O programa CRM One foi implementado pela PT Inovação em parceria com a Accenture,

tendo por base o *package* aplicacional *Siebel Communications* da Oracle. A PT Inovação colocou ao serviço deste programa o profundo conhecimento técnico e funcional que detém dos sistemas e do negócio do Grupo PT, a sua vasta experiência como integrador de sistemas, a sua competência operacional e a capacidade de *delivery* de grandes projetos.

O presente artigo expõe os principais desafios associados a esta iniciativa, apresenta a abordagem delineada para conseguir concretizar os objetivos traçados e descreve os factores críticos que contribuíram para o sucesso da sua execução.

2. Contexto

Em 2008, numa altura em que a PT estava a alterar profundamente o mercado das telecomunicações e, em particular, da televisão por subscrição em Portugal com o lançamento do serviço MEO, os sistemas de suporte ao relacionamento com o cliente não se encontravam adequados às necessidades impostas por um contexto tão competitivo, exigente e dinâmico como este. O mapa aplicacional da PT era constituído por silos suportados em diferentes bases de dados de clientes, com distintas ferramentas e metodologias nos processos de atendimento e na gestão do relacionamento com o cliente. Esta dispersão não permitia ter uma visão única do cliente e dificultava a prestação de um serviço de excelência.



Figura 1 - Níveis de intervenção do programa CRM One

O plano diretor de Sistemas de Informação do Grupo PT definiu como uma das suas grandes prioridades a iniciativa de implementação de uma nova solução de CRM (*Customer Relationship Management*), com o objetivo de dotar o Grupo PT de um sistema de CRM integrado, convergente, único e transversal, que permitisse gerir o cliente em todos os seus pontos de contacto.

3. Objetivos

No plano funcional definiram-se objetivos a três níveis: Serviço, Processos e Funcional, conforme ilustrado na Figura 1.

No plano técnico, a consolidação de aplicações idênticas com a eliminação de redundâncias existentes, visando tanto a simplificação da arquitetura de sistemas, como a redução dos seus custos operacionais, constituíram-se como grandes objetivos do programa. Neste contexto foram utilizadas como linhas orientadoras o conjunto de normas, boas práticas e *frameworks* definidas e defendidas pelo TM Forum (*TeleManagement Forum*). No domínio aplicacional, o fórum concebeu um mapa referencial (*Telecom Application Map*) das funcionalidades que devem ser asseguradas pelos sistemas de um operador de telecomunicações. Neste enquadramento, é possível afirmar que o primeiro pilar do projeto consistiu na identificação das componentes, dentro do referido mapa, que o novo sistema de CRM deveria assumir na arquitetura do Grupo PT. A Figura 2 ilustra o conjunto de funcionalidades asseguradas atualmente pelo CRM One.

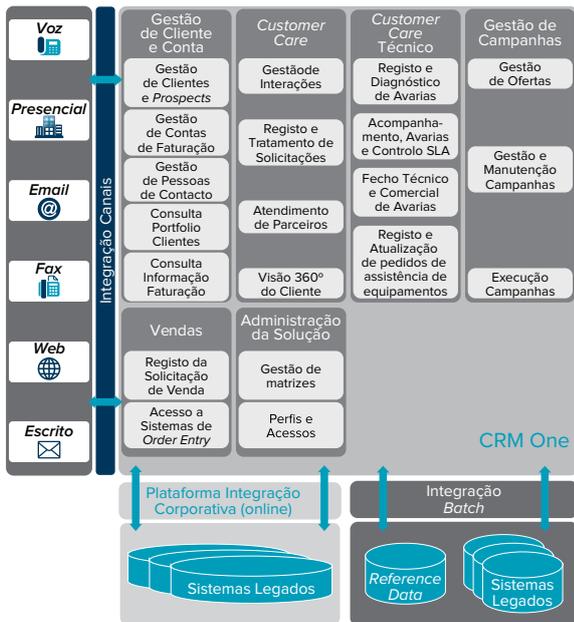


Figura 2 - Mapa funcional do CRM One

4. O caminho para lá chegar

As profundas alterações que um programa estruturante desta envergadura acarreta e os potenciais impactos que poderiam introduzir na continuidade da operação e do negócio do Grupo PT requereram uma abordagem de implementação faseada conforme representado na figura seguinte.

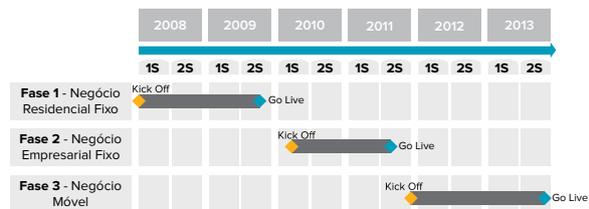


Figura 3 - As três fases do programa CRM One

A primeira fase endereçou os clientes residenciais do negócio fixo (Voz fixa, Internet e TV). O alvo da segunda fase residiu nos segmentos empresarial e *corporate* do negócio fixo. Por fim, a última fase centrou-se no negócio móvel. Recorrendo à história do Grupo PT, é possível explicar esta abordagem de uma forma mais informal. Pode assim afirmar-se que o CRM One se iniciou com a PTC, seguidamente integrou a PT Prime, e por último acomodou a TMN.

5. Principais fatores de sucesso

O sucesso da implementação de um projeto mede-se em quatro grandes dimensões: âmbito, tempo, custo e qualidade. Seguidamente apresentam-se os fatores que contribuíram determinadamente para cada uma destas vertentes.

5.1. Gestão do âmbito

A primeira etapa da definição do âmbito consistiu, em cada uma das três fases, num trabalho de *scoping* que permitiu:

- Definir o macro-âmbito de cada projeto;
- Tomar as grandes decisões de arquitetura (e.g. sistemas a descontinuar, que função determinada sistema passa a assumir, etc);
- Elaborar um planeamento mais detalhado e preciso para a fase de implementação;
- Gerir mais eficazmente as expectativas do cliente.

A especificação da solução implicou um forte envolvimento do cliente, tendo sido nomeados *pivots* para cada uma das áreas funcionais e técnicas. Estes agentes contribuíram ativamente no desenho e na validação

da solução e asseguraram uma privilegiada interlocução com as diferentes áreas de negócio da organização. A gestão de *stakeholders* e respetivas expectativas nesta fase foi amplamente suportada por este modelo. A discussão da solução foi feita através da realização de *workshops*, tendo sido feito um grande investimento de tempo e esforço por parte das várias equipas. Refira-se que atualmente existe um caderno funcional do CRM One que documenta, de forma completa, a solução implementada ao longo das três fases do programa e que continua a ser atualizado com os desenvolvimentos feitos no âmbito da sua manutenção aplicacional.

A gestão do âmbito teve o desafio adicional de necessitar de conciliar as modificações derivadas da manutenção evolutiva e corretiva, que as várias aplicações (CRM One incluído) foram conhecendo ao longo dos períodos de implementação de cada uma das fases. Esta conciliação foi regida por um modelo de governança especificamente desenhado para este efeito.

5.2. Gestão de sistemas legados

Atualmente o CRM One integra mais de 100 sistemas. Durante as três fases do programa foram muitos os sistemas impactados e que tiveram de ser adequados para passar a funcionar de acordo com a nova solução. A PT Inovação assumiu nas fases 2 e 3 a responsabilidade pela gestão da grande maioria destes sistemas, sendo a comunicação e o alinhamento os aspetos aqui preponderantes. Garantir que todas as equipas tinham conhecimento do âmbito, do calendário e das suas responsabilidades no projeto foi o grande desafio da gestão desta *stream*. A comunicação bidirecional constante entre a equipa *core* e os legados é um instrumento fundamental no sentido de assegurar todas as necessidades dos legados perante o projeto e do projeto perante os legados.

Um repositório (em *Sharepoint*) único com toda a documentação acedível pelos elementos envolvidos, com estrutura bem definida e de conhecimento de todos, foi fundamental para agilizar a comunicação, o acesso aos documentos e a consulta de informações. Este ponto torna-se ainda mais importante quando se tem um volume muito grande de dados e equipas com muitos recursos.

Foi igualmente fundamental em muitos momentos do projeto a proximidade física das equipas. Sempre que possível, deve ser garantida uma localização conjunta das equipas de forma a agilizar a comunicação e tomada de decisões, diminuindo a comunicação por *e-mail* que é mais morosa e menos eficiente.

Pontos de controlo presenciais mensais, ou até mesmo semanais, para equipas mais críticas do projeto, são um fator distintivo e valioso para o sucesso da gestão de legados. Para além do momento exclusivo e dedicado

para identificação de temas e decisões, cria a aproximação entre equipas, fator fundamental em momentos críticos e urgentes do projeto.

O endereçamento de todos os temas e a obtenção da sua resolução o mais rapidamente possível, garantindo que nenhum cai em esquecimento, é uma tarefa diária e exigente.

Ferramentas de controlo, de gestão, de registo, organização e versatilidade são palavras-chave na vida diária da gestão de legados.

Uma boa gestão de legados não se diferencia pela inovação, mas sim pela garantia que o máximo número de pessoas tem o maior conhecimento possível e transversal do projeto no menor período de tempo possível, sendo para isso fundamental a capacidade de seleção de informação e a assertividade na comunicação da mesma.

5.3. Migração

A migração de todo o universo de clientes e respetivas entidades associadas (e.g. contas de faturação, serviços, etc.) para uma única base de dados contemplou várias componentes de trabalho. Primeiramente foi encetado um trabalho de *profiling* e *cleansing* nos vários sistemas fonte por forma a classificar, modelar e “depurar” a informação relevante. A *stream* de migração de um projeto conta invariavelmente com três grandes pontos de pressão: volumetria de dados envolvida, tempo de execução (que determina ou influencia o tempo de indisponibilidade das aplicações) e validade/qualidade dos dados. Tendo cada uma das fases do programa as suas especificidades, foram delineadas estratégias de migração diferenciadas. Destaque para a terceira fase que envolveu um grande volume de dados e exigiu um reduzido *downtime* aplicacional, uma vez que nesta altura o CRM One já assegurava todo o atendimento do negócio fixo. A abordagem encontrada capaz de satisfazer estes requisitos assentou na constituição de uma nova base de dados, réplica do CRM One (denominada de *Siebel Working Copy*), alimentada por dois fluxos em simultâneo:

- 1) A sincronização dos dados do CRM One operacional através da aplicação *Oracle Golden Gate*;
- 2) A migração dos dados provenientes dos vários sistemas fonte através da ferramenta de ETL *IBM InfoSphere Datastage* e o módulo *Siebel EIM – Enterprise Integration Manager*.

O processo de migração foi planeado de forma cíclica para garantir a disponibilidade do CRM One e dos sistemas fonte.

Os ciclos de migração definidos nesta fase foram os seguintes:

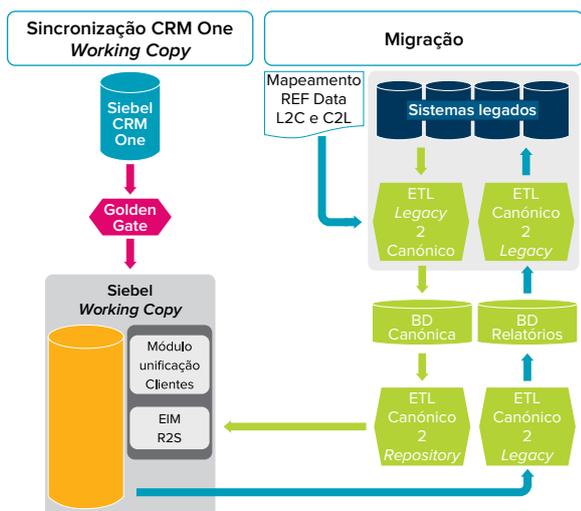


Figura 4 - Estratégia de Migração (Fase 3)

- Ciclo *Full* - Extração total da entidade dos sistemas fonte de acordo com os critérios de extração definidos;
- Ciclos *Delta* - Extração de novos registos ou registos atualizados da entidade dos sistemas fonte desde a extração do último ciclo;
- Ciclos *Delta Final* - Igual ao ciclo *Delta*, com um período temporal e volumetria reduzidos, e enquadrado no plano de *Cut-over* do *Rollout 2* do CRM One.

Para testar o processo de migração, foram executados *trials* de migração, enquadrados com as diferentes fases de testes do projeto.

O *Trial 1* foi executado no ambiente *Peer-To-Peer* (P2P), com 10% da volumetria de dados de produção e teve como objetivo testar as cadeias de migração, os mapeamentos de migração e os relatórios de controlo.

O *Trial 2* foi executado no ambiente *End-To-End* (E2E), com 100% da volumetria de dados de produção, e teve como objetivo afinar a *performance* das cadeias de migração e qualidade dos dados.

O *Trial 3* foi executado no ambiente *User Acceptance Tests* (UAT), com 100% da volumetria de dados de produção, e teve como objetivo simular o plano de execução dos processos de migração para produção e para aceitação do processo de migração.

A execução do processo de migração, designada por *Load PRD*, foi executada entre o *Roll-out 1* e o *Roll-out 2*, num horário de 24x7, tendo uma duração aproximada de um mês e de acordo com o plano definido para a terceira fase do projeto CRM One.

5.4. Testes

A qualidade dos desenvolvimentos e a verificação da sua conformidade face ao especificado foram sempre assumidas como grandes prioridades deste programa. Isso é claramente patente na estratégia de testes adotada. Principais pontos de destaque:

- Três diferentes etapas de testes: P2P, E2E e UAT;
- Criação de ambientes específicos e de uso exclusivo por parte do projeto;
- Os ambientes de testes foram construídos em simultâneo para as diferentes aplicações, com cópias totais das bases de produção. Garantiu-se deste modo a coerência de dados entre as várias aplicações;
- Foi desenhado um vasto conjunto de casos de teste capazes de cobrir extensivamente a funcionalidade, usabilidade, integração e a migração de dados para cada um dos sistemas. A título exemplificativo refira-se que na fase 3 foram contemplados cerca de 24.000 casos de teste em ambiente de E2E;
- Adoção de uma única ferramenta de suporte para o desenho, execução, controlo e reporte dos testes;
- Realização de reuniões diárias de controlo e priorização de defeitos;
- Realização de reuniões diárias para detetar e endereçar problemas de integração entre os sistemas.

6. Cut-over e rollout

Este capítulo aborda duas grandes dimensões: a dimensão técnica, que pressupõe colocar a “nova máquina” em funcionamento, e a dimensão funcional que pressupõe colocar a organização a trabalhar de forma efetiva com a “nova máquina” e a tirar o verdadeiro partido das suas funcionalidades.

O *cut-over* é um ponto cirúrgico do projeto, uma vez que implica a indisponibilidade de múltiplas aplicações, a instalação de um grande volume de *software* e a realização de novas configurações dos sistemas. Foi feito um planeamento detalhado das atividades, durações, responsabilidades e dependências aqui envolvidas e foi assegurado um forte controlo na execução deste plano. Neste contexto, o cliente é também uma peça fundamental, uma vez que tem de pensar e definir antecipadamente ações de contingência para que as operações estejam preparadas para lidar com uma situação excecional de indisponibilidade dos sistemas.

A estratégia de *rollout* adoptada seguiu uma aborda-

gem faseada, com as diferentes operações a entrar no novo modo de funcionamento em diferentes momentos no tempo. Este faseamento permitiu gerir, duma forma

mais controlada, a mudança e, consequentemente, diminuir o risco e impactos operacionais daí decorrentes.

SERVIÇOS DE VOZ EMPRESARIAL NA ERA DA CLOUD



Cláudio Lobo
(PT Inovação)

Marco Monteiro
(PT Inovação)

Paulo Pereira
(PT Inovação)

RESUMO

Nos últimos anos, a realidade do mundo empresarial tem vindo a sofrer alterações, sendo cada vez mais dinâmico o conceito de escritório para a globalidade das empresas. A crescente proliferação de colaboradores em escritórios remotos, de colaboradores nómadas ou de colaboradores a trabalhar em casa impõe aos operadores novos serviços e soluções, especialmente serviços de voz.

Para responder a esta necessidade, a PT Inovação desenvolveu o Serviço Empresarial Convergente, assente numa plataforma que permite ao operador lançar serviços de voz empresarial convergentes entre fixo e móvel, permitindo oferecer serviços sobre IP em locais com ligação Internet, bem como serviços mais avançados, em cima de tecnologia móvel existente, alavancando investimentos já efetuados pelo operador.

PALAVRAS-CHAVE

IMS, Voip, ip-centrex, SIP, CAP/INAP, SIP *Trunking*, FMC, *Hosted PBX*, Centralização de Serviços



1. Introdução

o longo dos anos e à medida das evoluções tecnológicas, o negócio da voz empresarial tem-se reinventado para ir de encontro às novas necessidades das empresas. Para os operadores isto constitui uma oportunidade de negócio.

No início do século XX, as comunicações assentavam na comutação manual das chamadas baseadas em mão de obra, permitindo, dessa forma, às grandes empresas distribuírem internamente as suas chamadas.

Com o surgimento da comutação automática, as empresas começaram a investir nos PBX (*Private Branch Exchange*). Inicialmente estas comunicações eram analógicas, criando nos escritórios uma rede de telefonia algo complexa. Com a proliferação das redes de dados, os custos com a manutenção destas infraestruturas foi crescendo. Mais tarde, quando as redes IP ganharam mais relevância, surgiram os equipamentos de PBX IP, permitindo às empresas manter apenas as redes de dados LAN, o que se traduziu numa redução de custos.

Hoje, tendo em conta a largura de banda disponível para fora das empresas, este negócio está em mudança para a *cloud*. Os operadores posicionam-se para reduzir os custos das empresas, prestando todo o serviço de PBX remotamente.

Adicionalmente um conjunto de novas realidades nas empresas, nomeadamente, o maior número de situações de colaboradores deslocados fora do escritório, cria a necessidade de novas ferramentas de comunicação.

2. Estado da arte

A PT Inovação desenvolveu um produto destinado a operadores que pretendam atacar o segmento empresarial, desde as pequenas empresas aos grandes grupos empresariais. Este produto designa-se por “Serviço Empresarial Convergente” (SEC).

O SEC pretende substituir os PBX e PBX/IP instalados nos escritórios dos clientes por um serviço na *cloud*.

Desde a sua primeira versão, em 2012, novos serviços inovadores têm sido adicionados, estando hoje disponíveis diferentes serviços básicos para o utilizador, tais como barramentos de saída ou reencaminhamentos, e serviços mais avançados como filas de espera, grupos de atendimento, consola de operador, transferência en-

tre telefones do utilizador, menu IVR, etc.

O SEC permite o controlo de PBX e terminais móveis através de interface com a rede legada (SS7/CAP/INAP) possibilitando assim a convergência de serviços entre a nova geração de equipamentos sobre IP e equipamentos mais antigos.

A visão de produto foca-se para que a empresa, cliente final do serviço, tenha a gestão de toda a sua rede via *web*, incluindo PBX, terminais *centrex*, móveis. A Figura 1 representa essa visão:

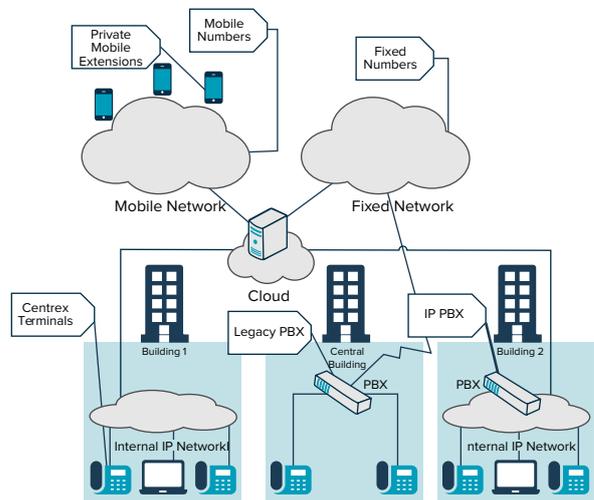


Figura 1 - Visão de gestão na ótica do cliente

3. Abordagem e desafios técnicos

Em termos de abordagem técnica, uma solução na *cloud* que tenha em conta todos os requisitos funcionais e de segurança aplicáveis ao mercado empresarial, apresenta uma série de desafios.

Em termos de telefonia pura, a solução é construída sobre IMS [3], rede *carrier grade*, que oferece o nível de segurança e desempenho requerido. No entanto, o IMS está mais orientado às redes públicas, obrigando a um desenho próprio de forma a emular a rede privada das empresas.

Associado à telefonia, existe um conjunto de serviços, hoje tidos como garantidos, que numa implementação *cloud* exigem uma maior complexidade técnica. Serviços como diretório de contactos ou gravação de chamadas, por motivos de segurança e de escala, exigem soluções desenhadas propositadamente para o efeito.

Outro desafio tem a ver com a integração da rede legada de forma economicamente mais eficaz com a rede IMS, de modo a evitar o *tromboning* massivo de todas as chamadas, levando a custos acrescidos para os operadores. A solução desenvolvida reduz bastante este *tromboning*, promovendo a utilização dos serviços na rede que está a servir o terminal específico utilizado. Para isso, recorre-se à determinação, chamada a chamada, da necessidade de ancoragem, com base nos potenciais serviços que podem vir a ser usados. Por exemplo, se uma chamada pode ser alvo de *call pick-up*, ou em caso de ser colocada em espera, tem uma música associada, essas chamadas são ancoradas na rede IMS, de modo a conseguir prestar esses serviços, mesmo a terminais de rede legada. Desta forma, muitos dos serviços conseguem ser fornecidos na própria rede legada por interface CAP/INAP, reduzindo, desta forma, os recursos necessários para o fornecedor de serviço.

Outro foco mais recente de desenvolvimento são as aplicações móveis que, pela capacidade de processamento dos terminais mais baratos, lançam vários desafios para o uso de VoIP. Particularmente serviços mais exigentes como os de conferência, podem proporcionar uma boa qualidade de serviço desde que sejam fornecidos do lado servidor e não do lado cliente. Outro desafio é o consumo de bateria dos terminais: no caso do Android, o registo do terminal na rede é um processo contínuo a executar no terminal, o que leva a um consumo de bateria superior. Para ultrapassar este problema, torna-se necessário utilizar estratégias de *push* para o terminal das chamadas recebidas, sem ser o terminal a manter o registo. Atualmente, a PT Inovação desenvolveu uma *app* Android, ainda em versão Beta, em que alguns destes temas têm sido explorados.

4. Funcionamento e arquitetura do serviço JSLEE

Do ponto de vista mais tecnológico, a solução de serviço SEC foi desenvolvida sobre um servidor aplicacional (AS - *Application Server*) segundo o *standard* JSLEE 1.1 [4].

O AS escolhido pela PT Inovação foi o da Open Cloud e denomina-se de Rhino.

Sobre esse AS, são desenvolvidos serviços e SBBs (*Service Building Blocks*) e também conectores de rede (RAs - *Resource Adaptors*).

Esta solução divide-se nos seguintes componentes:

Serviço SEC sobre Rhino [5]

- Composto por serviços, *enablers*, etc.;
- **Conector à rede IMS**
 - RA SIP/ISC;

- **Conector ao SCP**
 - RA RTDAP;
- **Conector Diameter**
 - RA Diameter Ro;
 - Usado para *Online Charging*;
- **Interface de provisão**
 - API em *Web Services* para operações de provisão;
- **Portal**
 - Interface *web* para configuração dos serviços;
- **BD serviço**
 - Modelo de Informação usado pelo serviço na execução dos pedidos de chamadas;
- **BD SDRs**
 - Modelo de Informação para armazenamento dos SDR (registos de chamadas do lado do serviço);
- **OCS (independente do SEC)**
 - Para tarifação *online*,

Os pedidos iniciais de chamadas *Invite/CallIn* são recebidos no *MainServiceSbb*, por intermédio de um evento do tipo *RequestEvent/RtdapEvent* (ver Figura 2).

O *MainServiceSbb* analisa um evento e valida se é SIP ou RTDAP.

Sendo chamada CS, começa por verificar na BD se é necessário realizar ancoragem da chamada em IMS (i.e., fornecer serviço avançado para acessos em rede CS através do envio da chamada para a rede IP/IMS).

Se precisar de fazer ancoragem, é criado um *child* SBB CAAF para guardar a informação do contexto da sessão em memória numa *null* ACI (*Activity Context Interface*), e envia imediatamente a resposta à *CallIn*, colocando no *outSAction* a opção "*Proceed without IN control (Late CFW)*". O SCF neste caso faz um *Connect* para o IMRN (*IMS Routing Number*).

Se não for para fazer ancoragem, consulta a BD para procurar o *customName* (corresponde a um id de correlação para garantir que as chamadas do mesmo utilizador são tratadas pela mesma instância de SBB) e envia para o serviço Global (*RtdapMO* ou *RtdapMT*).

Sendo chamada SIP, valida se é para o serviço SEC ou recuperação de contexto (CAAF). Essa informação está presente no *trigger* de rede (informação no *RouteHeader*).

Sendo chamada ancorada, é criado um *child* SBB CAAF

utilizadores e os serviços adquiridos, tais como desenhar menus IVR, configurar filas de espera, grupos de atendimento ou captura de chamadas; e outra que disponibiliza um *selfcare* para os utilizadores finais terem autonomia na gestão das suas configurações individuais, podendo configurar funcionalidades como barramentos, reenca-minhamentos ou toque simultâneo, sem necessidade de suporte especializado.

6. Estudo de caso: SEC - A base tecnológica da solução “GlobalConnect Pack”

O SEC está na base tecnológica da oferta integrada para o segmento empresarial de Clientes da PT Portugal, designada por GlobalConnect Pack, considerada como muito relevante na transformação dos negócios das pequenas e médias empresas (PME) portuguesas e no seu posicionamento no mercado, em contexto digital.

Tendo em conta que as PME necessitam de controlar custos, ter mais flexibilidade e maior produtividade, a solução tecnológica GlobalConnect Pack integra serviços e funcionalidades de voz (móvel e fixo), dados e *cloud* [6].

Adaptada às necessidades das PME, a solução é gerida de forma inteligente por uma central telefónica virtual, permite utilizar os equipamentos fixos e/ou móveis, no escritório ou em mobilidade, e dá acesso a serviços *cloud* como armazenamento, *e-mail* e domínio de Internet.

Com a tecnologia suportada pelo SEC, a solução oferece um nível de sofisticação que até ao momento estava

apenas disponível para empresas de grande dimensão, já que exigia elevado investimento em tecnologia e recursos especializados.

Do ponto de vista mais comercial, com o GlobalConnect Pack as PME passam a ter à disposição uma oferta com tudo o que precisam para comunicar – fixo, móvel e *cloud*, com suporte e manutenção incluídos com redução de custos estimada em 25%.

Outra vantagem da solução é a sua flexibilidade. A solução permite aumentar ou reduzir o número de utilizadores e modificar os seus perfis de utilização, de forma simples e em qualquer local, desde que disponha de uma ligação de dados.

A gestão e configuração das funcionalidades da central telefónica e dos serviços *cloud* podem ser feitas de forma simples e rápida, através de uma plataforma *web* de *selfcare*. As PME dispõem ainda de apoio telefónico especializado.

Esta oferta reforça a estratégia de convergência da PT Portugal e tem elevado potencial na transformação do negócio das empresas e na forma como estas operam. Permite trabalhar em qualquer lugar, através de qualquer equipamento fixo ou móvel, e tendo sempre disponíveis os ficheiros e documentos para edição, sincronização e partilha, em *cloud*.

Trata-se, portanto, de uma solução tecnológica desenhada pela PT Empresas tendo por base o produto SEC, focada numa excelente proposta de valor para as PME nacionais.

Referências

- [1] *IMS Service Centralization and Continuity Guidelines*
- [2] <http://www.gsma.com/newsroom/wp-content/uploads/2013/04/IR.64-v6.0.pdf>
- [3] IMS: <http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/109-ims>
- [4] JSLEE: <https://jcp.org/en/jsr/detail?id=240>
- [5] Rhino: <https://www.opencloud.com/products/rhino-application-server/real-time-application-server/>
- [6] Global Connect: http://www.ptempresas.pt/pme/pacotes/globalconnect-pack/vantagens?gclid=Cj0KE-QiAwPCjBRDZp9LWno3p7rEBEiQAGj3KJtG1j6BBG6CMZXuD3sZjhVP_hPU4pStBBLOulbDwBJwaAhiH-8P8HAQ

SOLUÇÃO INTEGRADA “TELCO IN A BOX” NA MTC



Eugénia Magalhães
(PT Inovação)



António Oliveira
(PT Inovação)



Rafael Lourenço
(PT Inovação)



Jorge Pinto
(PT Inovação)



Mário Coelho
(PT Inovação)



Hélder Branco
(PT Inovação)

RESUMO

No contexto do desenvolvimento estratégico e consolidação da sua posição no mercado, o operador Mobile Telecommunications Limited (MTC) identificou a necessidade de efetuar uma profunda transformação dos seus Sistemas de Informação e Tecnologias de Informação (SI/TI), dando assim início ao maior, e mais profundo, programa de transformação de SI/TI alguma vez desenhado e implementado sob a responsabilidade da PT Inovação, designado de MTCXXI.

O programa consiste na instalação e localização da Oferta “Telco in a Box”, uma solução assente numa *framework* desenvolvida pela PT Inovação, que inclui componentes de *Business Transformation*, baseada na *Framework* de processos da Portugal Telecom PTOM, sistemas BSS (*Business Support Systems*) com a solução Instant Telco, elaborada em parceria com a Accenture e ORACLE, sistemas OSS (*Operation Support System*) com a solução NOSSIS e sistemas de OCS (*On-line Charging System*) com a solução NGIN. Tem por base a arquitetura de referência para os SI da PT e os *standards* de mercado para a indústria de SI das telecomunicações: eTOM e TAM.

PALAVRAS-CHAVE

Telco in a Box, MTCXXI, *Framework*, Namíbia, MTC, TAM, eTOM, BSS, OSS, NGIN, NOSSIS

A

1. Enquadramento

Mobile Telecommunications Limited (MTC) é um operador móvel namibiano, tendo sido fundada em 1995 como uma *joint venture* entre a Namíbia Post and Telecom Holdings (NPTH), a Telia e Swedfund. Em maio de 2004, a NPTH passou a deter 100% das ações da MTC, adquirindo os 49% detidos pela Telia Overseas AB e Swedfund International AB. A NPTH ficou detida a 100% pelo Governo da República da Namíbia.

Em setembro de 2006, a Portugal Telecom adquiriu 34% das ações da MTC.

A República da Namíbia, país do continente africano, tem como língua oficial o inglês. É um dos países com menor densidade populacional do mundo, com 2,2 milhões de habitantes. Segundo o World Economic Forum no seu relatório “*The Global Competitiveness Report 2014-2015*” o PIB Total representa US\$ 12.3 biliões enquanto que o PIB *Per Capita* representa US\$ 5,667.

Ainda segundo o mesmo relatório, o índice de competitividade (GCI) classifica o país em 88º (num *ranking* de 144) subindo 2 lugares comparativamente ao ano anterior, apresentando-se com um *score* de 4 (1-7) e um estágio de desenvolvimento catalogado como “*Efficiency Driven*”.

A MTC tem a sua sede na capital, Windhoek. A cobertura de rede abrange 95% da população. A sua receita em 2013 foi de N\$1,8 biliões contribuindo para isso os serviços pré-pago e pós-pago com 1,141 milhões e 128 mil subscritores, respetivamente.

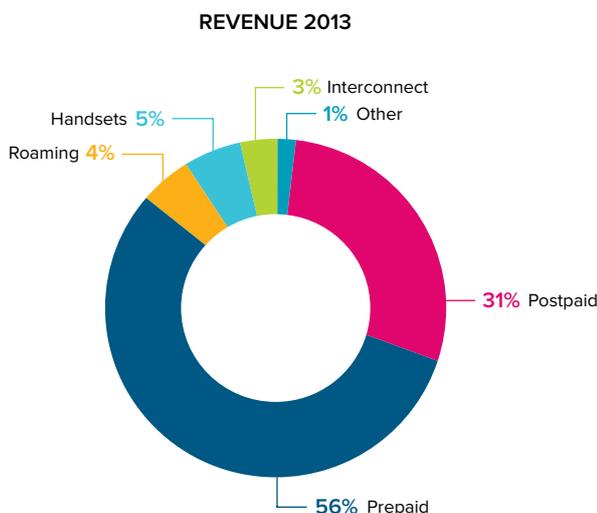


Figura 1 - Distribuição da receita por serviço

Em 2013 ultrapassou os 2,2 milhões de cartões SIM ativos, número equivalente à população namibiana. A expansão do 4G, em maio de 2013, levou à duplicação do tráfego face ao ano anterior. Com a transformação do modelo de negócio tradicional da voz em dados, a MTC, no contexto do seu desenvolvimento estratégico e consolidação da posição no mercado, identificou a necessidade de efetuar uma evolução dos seus Sistemas e Tecnologias de Informação (SI/TI), dando assim início a um programa de transformação designado de MTCXXI.

A Mobile Telecommunications Limited (MTC) é um operador móvel namibiano, com participação da PT Portugal.

Decorrente dessa decisão estratégica, a MTC decidiu realizar um projeto para definição de um Plano Estratégico SI/TI para avaliar a capacidade dos Sistemas de Informação (SI) e Tecnologias de Informação (TI), por forma a acomodarem a conjuntura de transformação requerida focada em 3 vetores:

- 1) Resposta célere para oferta de novos produtos e serviços;
- 2) Otimização de processos e aumento da qualidade de serviço prestada aos clientes;
- 3) Desenvolvimento da rede.

Resultou desse trabalho o desenho de uma nova visão para a evolução da arquitetura de SI/TI da MTC assente em soluções de mercado, *off-the-shelf*, que permitem suportar a estratégia de negócio definida para a MTC face a um mercado que se avizinha mais agressivo, altamente competitivo e tecnologicamente desafiante. Foi assim definido um programa de transformação de SI/TI para o período 2012/2016 (Figura 2).

Esta é, portanto, uma fase de transição de uma operação focada essencialmente no desenvolvimento da infraestrutura móvel de Telecomunicações do país, para uma operação com uma complexidade crescente, seja a nível da oferta apresentada ao mercado, seja a nível dos processos de Serviço ao Clientes, Processos Logísticos ou Processos de Faturação e Cobranças.

Fruto das linhas orientadoras emanadas do Plano Estratégico de Sistemas de Informação (PESI), foi aprovado em dezembro de 2012 o Programa de Transformação SI/ TI da MTC (Figura 3), denominado de MTCXXI, ba-

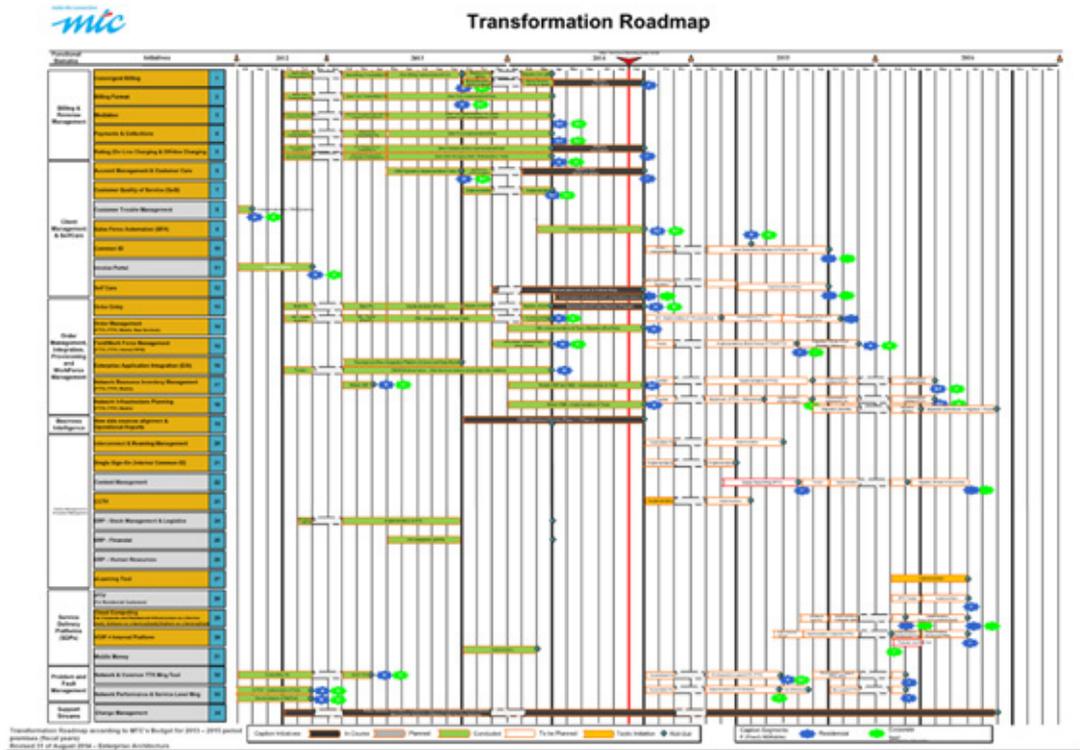
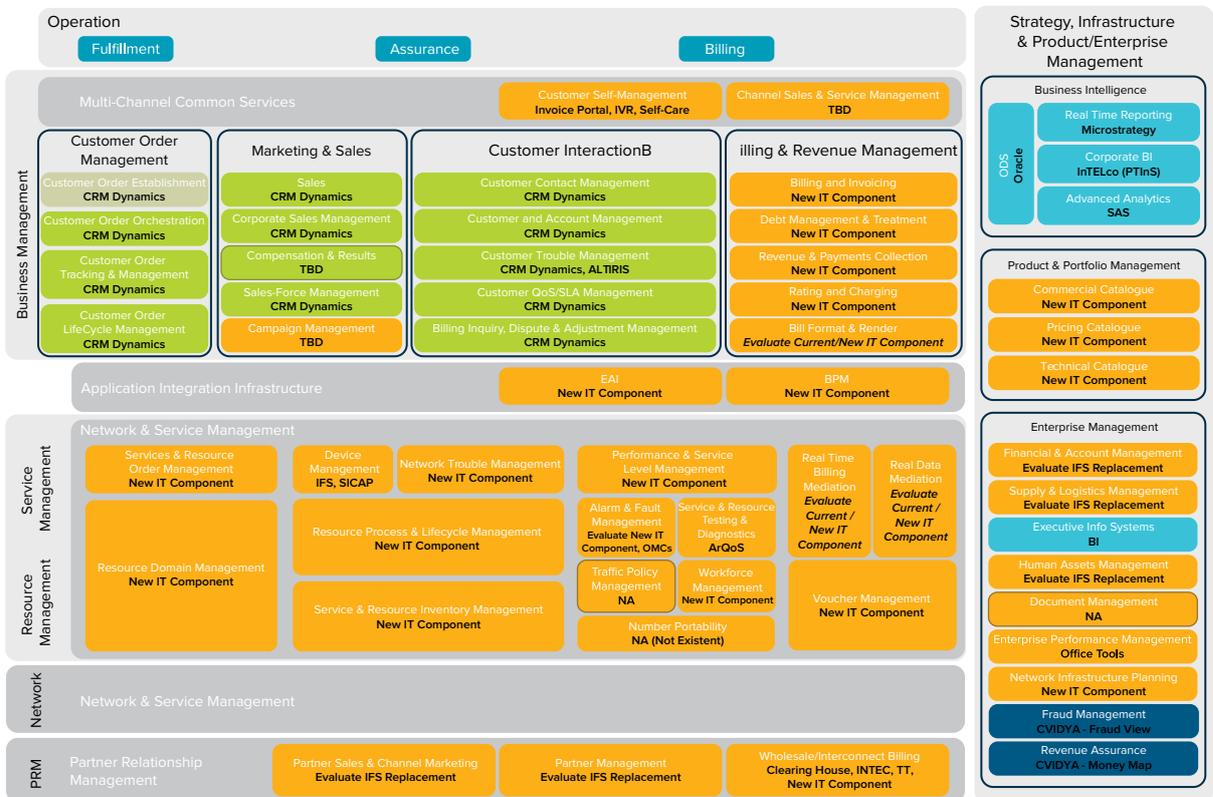


Figura 2 - Programa de transformação da MTC



Not aligned with Reference Architecture / Aligned with Reference Architecture

* as of December 2011

Figura 3 - MTC To-Be Application Map vs PT Reference Logical Architecture

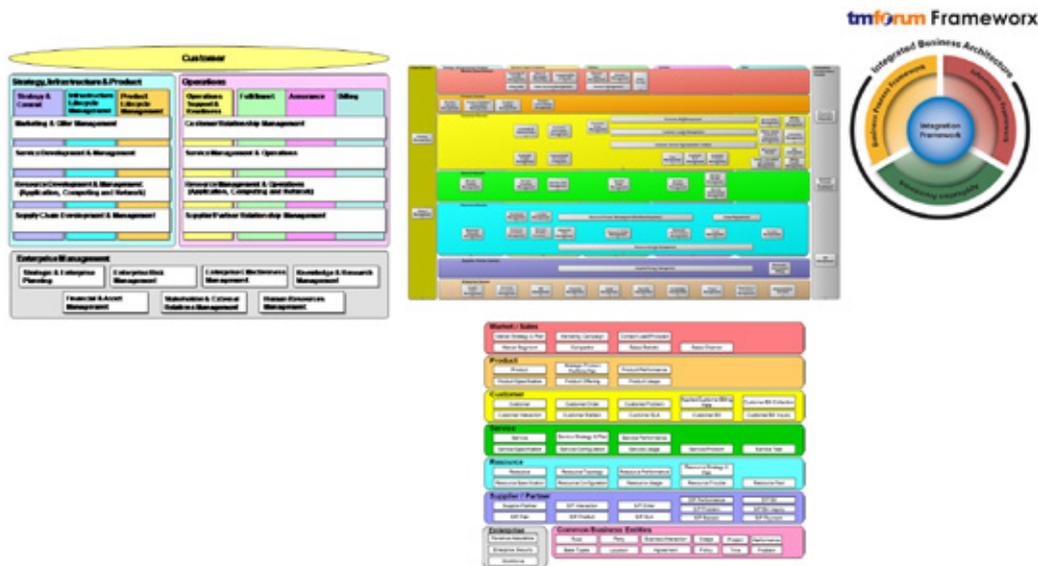


Figura 4 - Standard utilizado do TMForum (TMF), Framework

seado na arquitetura de referência da Portugal Telecom e nos “standards” da indústria de Telecomunicações, definidos pelo Telemangement Forum (TMF, www.tmforum.org) e denominado de Framework (Figura 4).

Entre as iniciativas identificadas destacam-se as seguintes pela sua natureza estruturante:

- **Nova solução de Customer Relationship Management (CRM) e Billing**, permitindo um suporte adequado aos processos de Gestão de Clientes, nomeadamente através da melhoria do suporte aos processos de atendimento e registo de solicitações, reclamações e *trouble ticketing* e ainda aos processos de faturação e controlo de cobranças centralizado;
- **Nova solução de tarifação centralizada na plataforma NGIN**, concentrando num único componente as funções de tarifação que permitirá a reutilização de condições tarifárias independentemente do método de pagamento pré ou pós-pago, permitindo a existência de planos tarifários pós-pagos com controlo de custos, reduzindo as inconsistências, geradas pela existência de dois motores de tarifação distintos, e centralizando as tarefas de configuração de tarifários numa única plataforma;
- **Suporte de SI's na área dos Operation Support System (OSS)**, que pretendem suportar funcionalidades fundamentais num operador de Telecomunicações com a dimensão atual e futura da MTC, nomeadamente nas áreas de monitorização da Qualidade de Serviço, Cadastro de Rede, Planeamento das Infraestruturas de Rede, Provisão e Ativação de Serviços, Gestão da força de trabalho no terreno e *trouble ticketing* de rede.
- **Plataforma de Business Intelligence (BI)**, que disponibiliza um conjunto de *dashboards* e relatórios parametrizáveis com KPIs de controlo operacional de vendas, processos de marketing e serviço ao cliente. Esta plataforma também suporta o processo de análise, planeamento, execução e controlo de campanhas de marketing relacional para clientes pré e pós-pagos;
- **Nova solução de WebSelfCare (iCare)**, disponibilizando aos clientes finais um conjunto de operações via canal *web*, diminuindo a necessidade de interação por outras vias;
- **Reestruturação da rede IP e novo Data Center**, conferindo à MTC condições de operação adequadas à sua dimensão atual e futura e diminuir os riscos, assim como alavancar o desenvolvimento de uma oferta de serviços Empresariais de *Data Center* e *Cloud Computing* aproveitando as sinergias criadas.

Decorrente da elevada complexidade da transformação, e complementar às iniciativas de SI/TI, também o modelo operacional da MTC foi alvo de foco do Programa MTCXXI. Em simultâneo com a implementação dos novos SI/TI, procedeu-se ao desenho dos novos Processos de Negócio tendo em conta três princípios fundamentais: Orientação ao Cliente, Eficiência Operacional e alinhamento com a Arquitetura Tecnológica. Os novos Processos de Negócio têm por base o modelo “PTom”¹ que surge de uma adaptação à PT Portugal (PTP) do modelo de processos de referência na indústria

1 PTom – Nova *framework* de processos transversal à PTP, baseada no standard eTOM, composta por 216 processos, onde se incluem diversas dimensões, tais como, segmentos de negócio, tecnologia, entre outros.

de Telecomunicações eTOM (*Enhanced Telecom Operations Map*). A utilização deste modelo contribuiu para o reforço desejado do alinhamento operacional entre as empresas no universo PT.

2. O desafio

Aumentar a capacidade de resposta face à evolução do negócio, visão integrada do cliente, otimizar processos, desenvolver a rede e existência de um *prime contractor* com responsabilidade pelas ações a serem tomadas pelo projeto como um todo:

- 1) Normalização dos processos do negócio e implementação de uma solução “vertical” de acordo com as melhores práticas para um operador de Telecomunicações;
- 2) Apoiar a qualificação e formação dos quadros da MTC e minimizar o impacto operacional no decorrer do programa;
- 3) Solução pré-configurada, permitindo menor tempo de implementação e riscos mais reduzidos;
- 4) Melhorar a qualidade e fiabilidade dos SIs, tendo por base a convergência dos serviços de um operador *nPlay*.

Numa perspetiva da organização, era evidente a necessidade urgente de uma intervenção planeada e estruturada, nos seus SI/TI.

3. Arquitetura funcional de referência

O Programa MTCXXI consistiu na instalação e customização da solução integrada “Telco in a box”, baseada nos referenciais internacionais do TMF, apresentados sobre a designação de *Framework* os quais têm subjacentes um modelo de processos, um modelo de informação e um modelo de componentes aplicacionais (Figura 5) implementados em tecnologia Oracle nos *Business Support Systems* (BSS) e em tecnologias da PT Inovação (OSS e NGIN), bem como um modelo de integração que a PT desenvolveu e mantém num referencial funcional e de integração, para um melhor enquadramento das componentes aplicacionais (Figura 6).

“Telco in a box” é baseado nos referenciais internacionais do TMForum apresentados sobre a designação de *Framework*, os quais têm subjacentes um modelo de processos, um modelo de informação e um modelo de componentes aplicacionais.

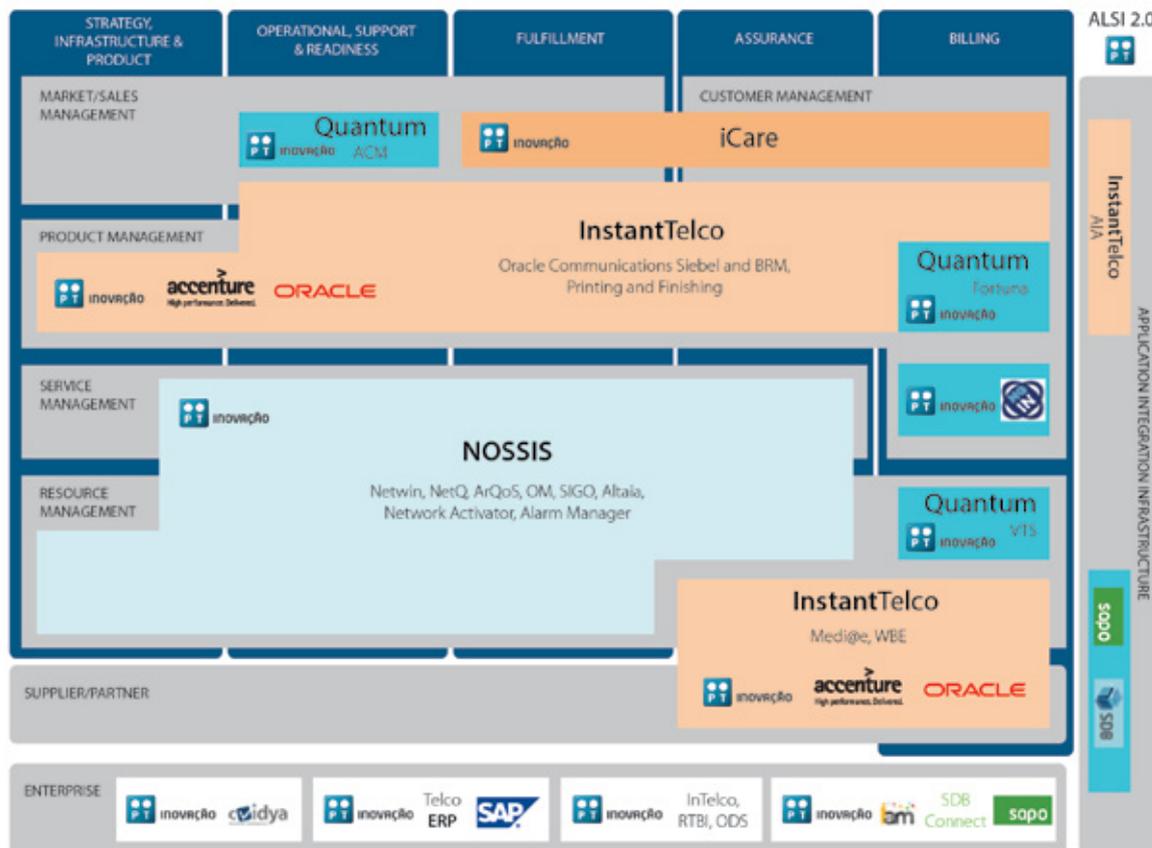


Figura 5 - Arquitetura aplicacional de referência (ERP, B/OSS, Rating and Charging Solutions Alignment)

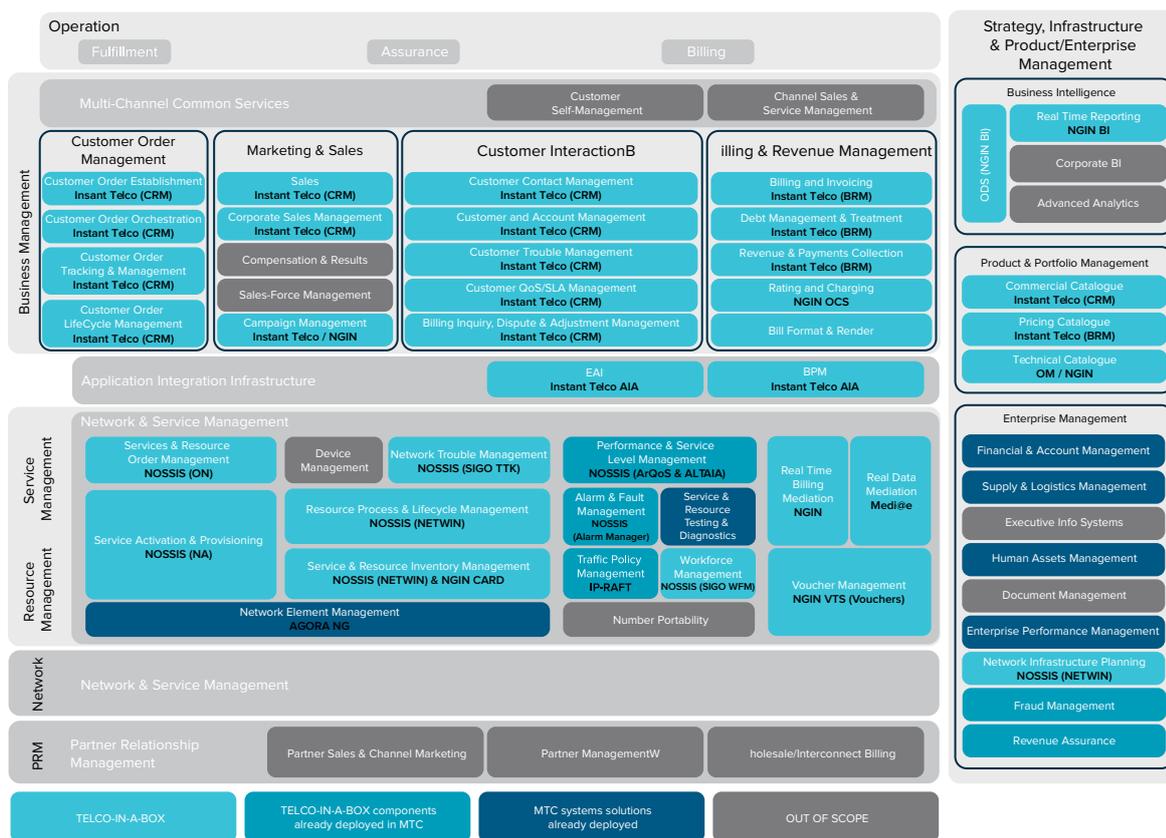


Figura 6 - Arquitetura Aplicacional do MTCXXI, baseada na arquitetura funcional de referência da PT

A arquitetura desenhada baseia-se num conjunto de Princípios e *Drivers* orientadores que regem a estratégia de transformação no domínio da convergência dos Sistemas de Informação dos operadores de Telecomunicações do século XXI.

Princípios:

- 1) Modelo Operacional *Real Time*;
- 2) Convergência Pré-pago/Pós-pago;
- 3) P&S *Quadruple Play*;
- 4) Orientação para *Service Delivery*;
- 5) Visão única e integrada do Cliente;
- 6) Fidelização do Cliente;
- 7) Soluções *1-to-1* Corporativas;
- 8) Integração Multicanal;
- 9) Modelo de negócio aberto à integração com parceiros.

Drivers:

- 1) Curto tempo de desenvolvimento de novos produtos;
- 2) Flexibilidade na disponibilização de produtos e serviços, cada vez mais complexos;

- 3) Desenvolvimento da micro-segmentação;
- 4) Realização de componentes da arquitetura existente;
- 5) *Customer care* pró-ativo;
- 6) Controlo e atuação sobre perdas de receita;
- 7) *Customer Self Service* e *Real Time Operations*;
- 8) *Service Oriented Architecture*;
- 9) Flexibilidade para incorporar novos serviços convergentes entre negócios (oferta *nPlay*);
- 10) Integração com parceiros para fornecimento de serviços ao cliente final.

A solução tem como objetivo responder de forma estruturada e integrada, *end-to-end* (E2E), aos requisitos identificados pela MTC e também capacitar a prossecução da respetiva estratégia de negócio, através da participação de toda a organização. É um projeto estruturante e de transformação da organização.

Os produtos apresentados estão entre os mais destacados da indústria. Assim, a MTC confirma a sua aposta em *standards* de mercado, aumentando a sua independência futura face a terceiras entidades.

A política de SI subjacente suporta esta arquitetura de

referência e orienta a organização e os seus SI para uma utilização de produtos de mercado, *off-the-shelf*, classificados e ratificados pelas melhores práticas, de acordo com as consultoras Gartner e Forrester, designados como *Best-of-Breed* (BOB). Em paralelo, induz comportamentos e implementações *Out-of-the-Box* (OOTB), com um máximo de 30% de customização, com um reduzido *Total Cost of Ownership* (TCO) e significativo aumento do *Return on Investment* (ROI) dos projetos, permitindo implementações de novos SI/TI nas operações Telco 3P ou 4P, classificadas como Tier 3 ou Tier 4, num calendário inferior a 12 meses.

4. A implementação

O programa de transformação de SI/TI teve início em dezembro de 2012, mais precisamente no dia 12.

Para alojar toda a infraestrutura inerente ao programa e em paralelo com o projeto de desenvolvimento dos SI, foi construído um novo *Data Center* Tier III, localizado em Windhoek, que entrou ao serviço em junho de 2013.

Foi realizada a instalação e localização da solução integrada “Telco in a box” que inclui componentes BSS (*Business Support Systems*) com a solução Instant Telco, OSS (*Operation Support System*) com a solução NOSSIS e o OCS (*On-line Charging System*) e *Service Delivery Platform*, com a solução NGIN, cujas funcionalidades cobrem maioritariamente os requisitos da MTC.

A implementação dos SI do programa MTCXXI foi dividida em duas grandes fases: fase 1 - pós-pagos e fase 2 - pré-pagos e *iCare* (*WebSelf Care*).

Por conveniência da MTC, foi antecipada a implementação de parte dos OSS numa fase 0, com entrada em produção do Netwin ISP (*In Side Plant*), SIGO WFM (*Work Force Management*) e SIGO TTK (*Trouble Ticketing*), da

suite NOSSIS, a **5 de abril de 2013**.

O “**Telco in a box**” fase 1 entrou em produção a **31 de março de 2014** tendo sido migrados os dados do @b-ility (sistema de *Billing* da Tecnotree) para a nova solução e aberta a sua operacionalização. Este é o marco mais importante nos sistemas de informação e plataformas de controlo da MTC que englobou o Siebel, BRM e AIA componentes do Instant Telco da suite da ORACLE, o Medi@e, a componente OM, Gestão de Moradas e o NA (*Network Activator*) da família NOSSIS, e a *Service Delivery Platform* NGIN, NGIN OCS. Em paralelo houve *upgrade* na rede *core* da MTC ao nível das plataformas de SMS e ip-Raft. A integração com os sistemas legados, subjacente à nova arquitetura acompanhou o programa. Consideramos esta fase como o marco mais importante do Programa Estratégico de SI na operadora namibense.

A implementação dos SI foi dividida em duas grandes fases: fase 1 - pós-pagos e fase 2 - pré-pagos e WebSelf Care.

As condições do mercado global de comunicações têm evoluído significativamente nos últimos anos, estando a maioria dos operadores numa jornada de transformação centrada no cliente, como resposta a essas mudanças de mercado. O foco deixa de estar nos produtos e serviços e passa a estar no cliente e na gestão da sua relação com o operador.

Na sequência do Plano Estratégico de Sistemas de Informação, na MTC foram identificadas, de acordo com as entrevistas realizadas, necessidades ao nível dos SI/TI, dos quais faz parte a implementação de uma nova solução B/OSS.

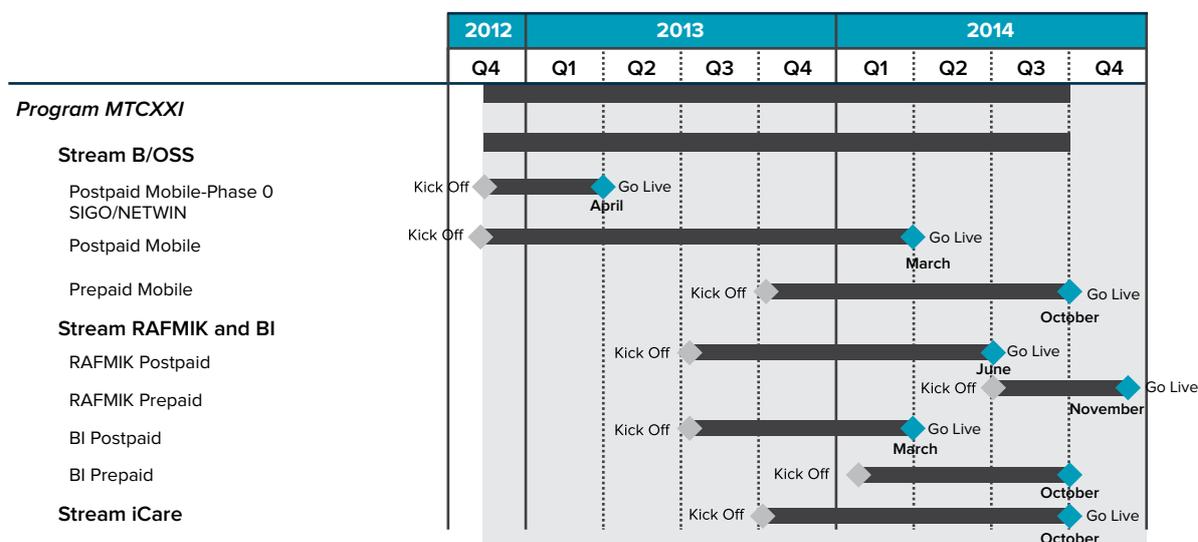


Figura 7 - Macro Plano

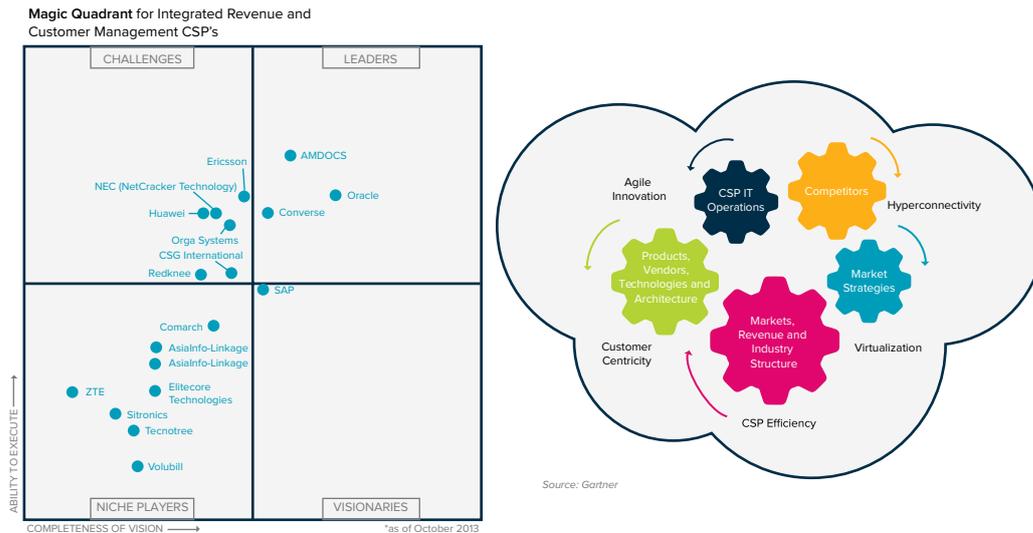


Figura 8 - Gartner, “Communication Service Provider Operational and Business Infrastructure Overview” and “Magic Quadrant for Integrated Revenue and Customer Management CSP’s”, October 2013

Para a componente BSS foi proposta a implementação de uma arquitetura baseada nos produtos Oracle (Siebel, AIA, BRM e BIP). Os produtos Oracle são considerados e reconhecidos pela indústria (Figura 8) como os melhores sistemas para fornecer serviços de *Customer Care, Billing, Pricing, Partner Relationship Management and Analytics*, de forma a responderem de forma abrangente aos requisitos de um operador de Telecomunicações (*Customer Service Provider*), Tier 1 a Tier 4.

Para a componente de OSS e IN, foi proposta a implementação de uma arquitetura baseada na suite de produtos NOSSIS (NETWIN, OM, NA e SIGO) e no produto NGIN, desenvolvidos pela PT Inovação, que permite integrar os processos de CRM, *Provisioning* e *Collections*,

com os processos de operação da rede.

A solução desenhada e proposta pelo consórcio PT Inovação, Accenture e Oracle resultou na instalação e customização do produto InstantTelco para um operador de Telecomunicações “multi-serviço”, “multi-tecnologia de rede”, “multi-segmento” e “multi-mercado”, cujas funcionalidades cobrem na quase totalidade os requisitos da MTC (Figura 6).

A utilização do InstantTelco, associado às suas *frameworks* e metodologias de implementação (Figura 9), permitiu a implementação do programa num calendário agressivo e com um investimento e risco significativamente reduzido face a uma implementação tradicional, diminuindo de forma significativa o tempo de construção da solução, dado que a maior parte dos requisitos e funcionalidades já se encontravam pré-definidos (*built-in*) na solução base, disponibilizando os processos de negócio OOTB.

O “Telco in a box” fase 2, pré-pagos, avançou na sequência da fase 1 tendo a equipa de projeto endereçado as fases de *scoping*, desenho, implementação e instalação. A solução entrou em produção a **8 de outubro de 2014** na sequência da migração dos dados de todos os clientes pré-pagos da anterior plataforma (Omvia da Convergys) para o “Telco in a box”. Esta fase assegurou a migração da maior base de clientes da MTC para a nova solução e correu conforme planeado, dentro dos prazos estabelecidos.

Um dos principais fatores críticos de sucesso foi a gestão do risco associado a uma operação desta envergadura, nomeadamente a migração de dados e o *roll-out*, tendo sido instanciados processos e procedimentos de controlo rigoroso da fase de migração e *roll-out* envol-

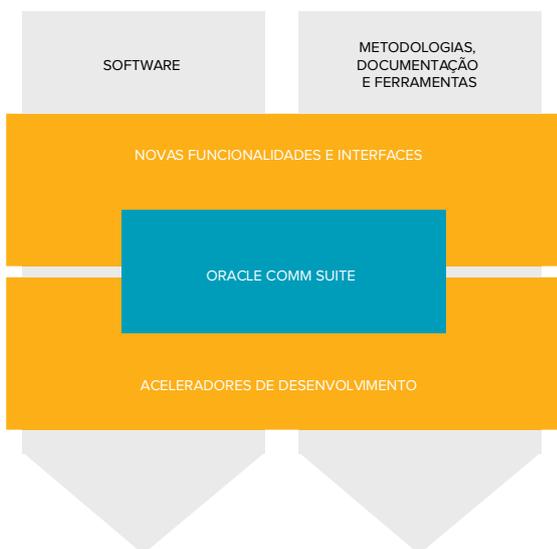


Figura 9 - Componentes do InstantTelco

vendo todos os *stakeholders* críticos, desde as áreas de SI/TI, como as áreas financeiras e de negócio da MTC.

Para além de algumas adaptações a componentes *core* implementadas na fase anterior, foi instalada uma nova versão do componente NGIN (*Online Charging System*) e o VTS (*Voucher Trading System*). Foram igualmente implementados todos os novos processos e fluxos associados ao negócio de pré-pagos do operador, desde a venda até à provisão e gestão do serviço. As adaptações a sistemas legados do operador foram asseguradas em paralelo, nomeadamente o alinhamento aos sistemas de BI, *Revenue Assurance* e Fraude.

Com esta nova fase entraram dois novos componentes na arquitectura disponível na MTC: o Netwin OSP (*Out Side Plant*) e o iCare (*WebSelfCare - Customer Self Management*). O primeiro permite à MTC o planeamento e gestão transversal de todo o seu parque de equipamentos de rede de uma forma centralizada, o segundo disponibiliza um novo canal de *SelfCare* com os seus clientes finais. Este componente permite o acesso a variadas operações de *selfcare* via Internet potenciando poupanças na utilização de outros canais (i.e. *Call Center*).



Figura 10 - iCare (*WebSelfCare*)

A nível da estratégia de testes de sistema integrados, houve uma forte aposta na automação de testes, tendo sido desenvolvidos entre as duas fases cerca de 7000 casos de testes, acelerando assim a fiabilidade sobre o grau de conformidade dos requisitos face à implementação inicial e alterações que surjiram durante a fase de testes e seguintes, para além do aumento da eficiência da equipa. O sucesso desta estratégia materializou-se no nível de estabilidade demonstrado pelos sistemas da solução testados por este paradigma nas fases de aceitação e produção.

5. Modelo de governo

Existindo uma multiplicidade de *streams* de projetos envolvida, um conjunto considerável de fornecedores e parceiros, de serviços ou de tecnologia, na entrega do programa MTCXXI procurou-se utilizar um modelo de governo onde as melhores práticas e experiências

mundiais da gestão de projetos de Sistemas de Informação de elevada complexidade, multidisciplinariedade e interdisciplinaridade fossem aplicadas, em paralelo com a vasta experiência que a PT Inovação desenvolveu ao longo dos últimos anos, em particular, no decorrer dos últimos 6 anos onde participou ativamente na gestão e entrega do programa de transformação de SI da Portugal Telecom e nas suas participadas, Cabo Verde Telecom e Timor Telecom.

O modelo de governo do Programa MTCXXI foi estruturado em três níveis (Figura 11). Num primeiro nível encontram-se os membros do *Steering Committee*, responsáveis pelo *Sponsorship* do programa. São o garante do *commitment* entre consórcio e MTC para que a prossecução do Programa, em toda a sua extensão, seja bem-sucedida.

Num segundo nível situa-se a Direção do Programa. A Gestão de Projeto faz o acompanhamento dos principais objetivos estratégicos do projeto, garantindo as tarefas e *deliverables* necessários para executar o projeto com sucesso: planeamento do projeto e recursos, gestão do risco, problemas, qualidade, âmbito e orçamentação, criação e manutenção de *standards* de projeto, controlo dos trabalhos do projeto, medição de progresso e relatórios de progresso. Neste nível do modelo de Governo existem ainda as figuras de PMO e de Arquiteto de projeto que, respetivamente, garantem a centralização do reporte de todas as *streams* do projeto com a Direção do Projeto e um acompanhamento do desenvolvimento das soluções propostas, de modo a garantir que se mantém o alinhamento das mesmas com a arquitetura definida.

O terceiro nível do modelo engloba as várias *streams* de projeto indicando o responsável (*team leader*) por cada uma delas. De referir a existência de *streams* transversais a cada uma das *streams* específicas (testes e formação), bem como *streams* complementares que asseguraram toda a componente de suporte técnico e de infraestrutura técnica.

O modelo de governo pressupunha um exigente alinhamento entre as várias entidades envolvidas (consórcio, constituído pela PT Inovação, Accenture, PTP, Oracle e a própria MTC) de modo a que a comunicação fosse feita de forma eficaz e eficiente quer horizontalmente (entre *streams* intercomunicantes), quer verticalmente (entre os vários níveis do modelo).

Parte do sucesso do programa deve-se em muito à forma como o modelo de governo foi colocado em prática. De referir que o modelo foi considerado sempre uma “peça viva”, na medida em que acomodou sempre as alterações que se consideraram necessárias em termos de alteração dos atores que o integram.

Finalizada a fase 1 e a participação da Accenture, o modelo de governo foi adaptado à nova realidade.

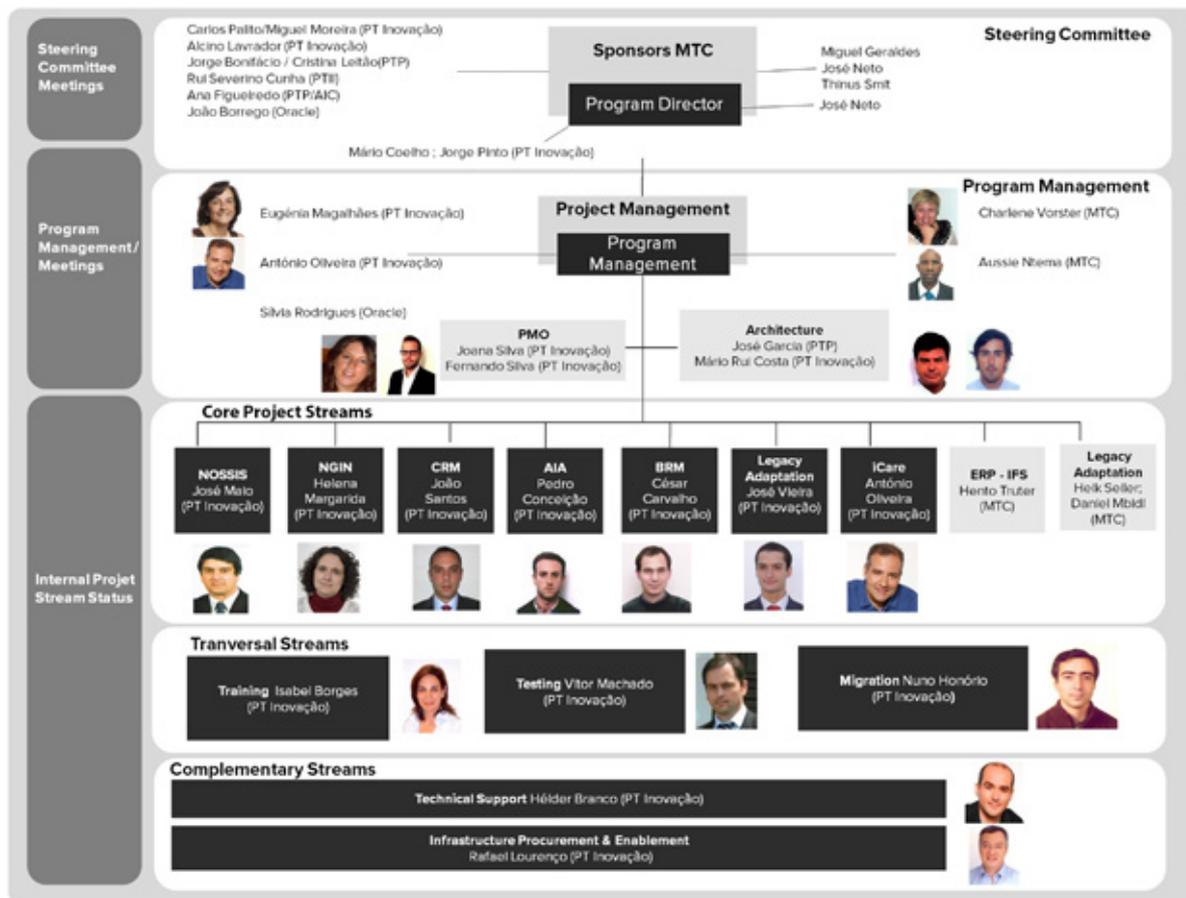


Figura 11 - Modelo de Governo

Modelo de Governo estruturado a três níveis: **Members do Steering Committee, Direção do Programa, Team Leaders.**

6. Gestão da mudança

Para enquadramento do modelo operacional da MTC na introdução deste programa, o contributo da *Business Transformation stream* foi de extrema relevância. A consultoria prestada pela Accenture endereçou uma proposta de orientação para a MTC com base em três princípios: orientação para o cliente, alinhamento com a arquitetura tecnológica e eficiência operacional, focando-se na organização, comunicação e processos.

Durante a implementação desta fase, a MTC reorganizou-se de modo a dar resposta célere às necessidades do programa, tendo por base as orientações propostas.

Desde a Gestão de Projeto à equipa técnica da MTC, a adaptação e dedicação a este programa foi crucial para a implementação desta solução.

7. Capacitação

A formação foi parte integrante da fase 1, tendo sido ministrada a utilizadores chave e a formadores num total de 210 formandos nas múltiplas sessões que se estenderam por 2 meses.

Os recursos mais técnicos tiveram formação ministrada pela ORACLE, na PT Inovação em Portugal, em conjunto com outros elementos da equipa de projeto com vista



Figura 12 - Formação

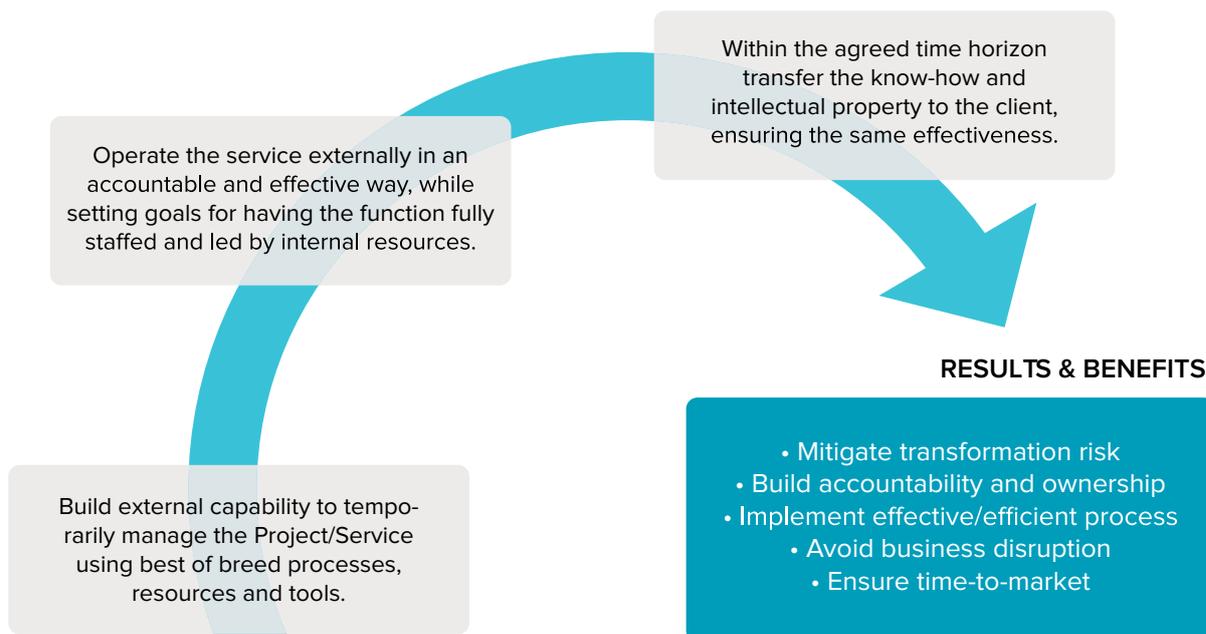


Figura 13 - Modelo BOT (*Build, Operate & Transfer*)

ao ganho de competências em ORACLE (*SOA suite, Siebel, Billing and Revenue Management*).

Na Namíbia, a equipa de formadores da PT Inovação garantiu a formação tendo iniciado esta fase com uma visão global da solução, seguindo para o detalhe da formação do CRM, BRM, OSS, SIGO, NGIN, Medi@e e terminando na componente de BI e Fraude. A componente de administração foi também alvo de formação para a equipa mais técnica.

Para além da formação e para que a MTC pudesse operar esta solução sem risco para o seu negócio, a PT Inovação suportou-se no modelo BOT (*Build, Operate & Transfer*) para capacitar os seus recursos técnicos com as competências necessárias e de forma gradual.

No dia a dia da operação e durante 3 meses, os recursos da PT Inovação no local passaram o seu conhecimento, tendo no primeiro mês realizado a operação com acompanhamento dos técnicos da MTC. No mês seguinte inverteram os papéis, estando neste momento a MTC a fazer a operacionalização da solução.

8. Tecnologias de informação e comunicação (infraestruturas TIC)

A aposta da MTC em potenciar e reforçar os seus serviços de *Information and Communications Technology* (ICT), em paralelo com a implementação da nova solução SI, ficou bem patente na linha estratégica seguida para suportar o ecossistema TIC durante 2013 e 2014, respetivamente.

A solução encontrada passou pelo investimento numa

infraestrutura estruturante com o intuito de incrementar a fiabilidade, disponibilidade e qualidade dos seus serviços, potenciando e alavancando, também, a sua oferta comercial.

Em maio de 2013 um novo e moderno *Data Center* (DC), localizado em Prosperita/Windhoek, foi inaugurado pela MTC.



Figura 14 - *Data Center*

Construído de raiz num tempo recorde, obteve o *Ready For Service* (RFS) em junho de 2013 cumprindo um calendário ambicioso e respeitando as mais exigentes normas de segurança através da instalação dos mais avançados equipamentos de suporte a espaços técnicos.

No desenvolvimento deste projeto de infraestruturas críticas, a MTC contou com a colaboração da PT Portu-

gal/EOC e PT Inovação, nomeadamente na elaboração das especificações técnicas, as quais previam zonas específicas para a instalação de UPS, climatização, comunicações e de preparação/instalação de equipamentos separadas do espaço definitivo de alojamento.

O novo *Data Center* permitiu à MTC dispor de condições únicas para *housing* e *hosting* de equipamentos de TIC que suportam todo o programa MTCXXI.

9. Infraestrutura

As infraestruturas do programa MTCXXI (Figuras 15) são suportadas em equipamentos que usam as tecnologias mais avançadas, de alta disponibilidade e *performance* da indústria mundial de IT, em torno de uma arquitetura que maximiza a redundância, flexibilidade e a facilidade de crescimento e administração, potenciadas pela virtualização, que são a base de uma infraestrutura *cloud*.

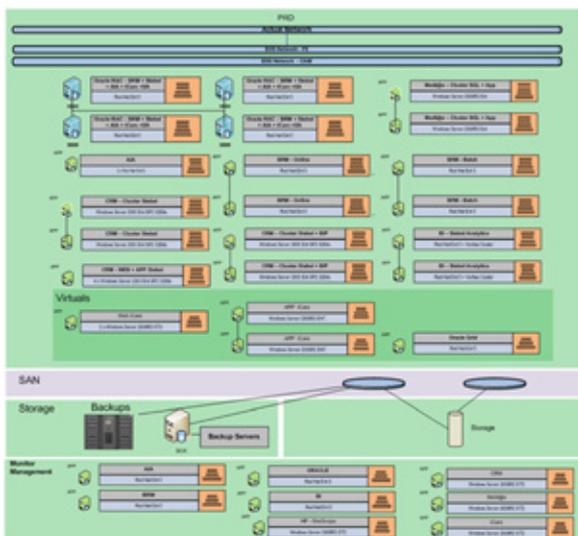


Figura 15A - Arquitetura BSS

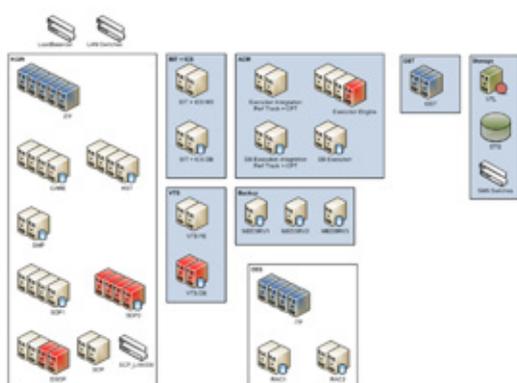


Figura 15B - Arquitetura OSS e NGIN

Num *Data Center* construído de raiz em Prosperita/Windhoek, com 150m² úteis, seguindo os mais exigentes padrões de disponibilidade definidos pela categoria Tier III, foram alojados 14 bastidores (Figura 16) onde foram instalados equipamentos de alta *performance* dos principais fabricantes, para disponibilizar uma capacidade de 520 TB úteis em *storage* EMC HighEnd VMAX 20k equipado com 8 *engines*, mais de 2PB de capacidade de *backup* em 2 VTLs EMC *DataDomain* DD990 e DD4500, 8 Blade Enclosure HP com 16 *blade server* BL460Gen8 com 2 processadores de alta *performance* Intel X86 64Bits, até 256GB de RAM e interfaces FC/98Gbs e Ethernet a 10Gbs para interligação às redes de LAN e SAN suportadas em *switches* Nexus 5k da Cisco e Brocade respetivamente.



Figura 16 - Bastidores no *Data Center*

A camada de virtualização é assegurada pelo Hypervisor da VMware que suporta 202 VMs relativas aos ambientes de cliente PRD, QA, UAT, MIG e TRN.

O projeto e dimensionamento da solução MTC XXI, a seleção técnica dos equipamentos assim como a instalação física, cablagem e *setup* de toda a infraestrutura, incluindo sistemas operativos Linux e Windows, bases

de dados Oracle e SQLServer em *cluster*, *backups* EMC/Networker e alarmística, com exceção do *storage* VMAX20k (suportado pela EMC), foi integralmente assegurado pelas equipas de infraestrutura do grupo PT (PT Inovação para sistemas NGIN e ex PTP/EOC para sistemas OSS).

A equipa de suporte técnico do projeto endereçou a componente de Base de Dados.

Com o *upgrade* de capacidade, para fazer face ao crescimento de tráfego perspectivado na MTC, a infraestrutura ficou (em agosto de 2014) capacitada para suportar até 9 milhões de eventos/hora e até 2,7 milhões de clientes.

10. Operação da solução

Um dos fatores determinantes e diferenciadores da sustentabilidade do Programa resultou na estratégia seguida na transferência de conhecimento desenvolvida de forma abrangente e integrada em todas as etapas (BSS, OSS, NGIN iCare), procurando garantir, em cada momento e *milestone*, a capacitação das equipas locais para operarem de forma autónoma a Solução.

Neste contexto, foi feita uma forte aposta na deslocação de meios técnicos altamente qualificados à Namíbia para garantir uma operação sustentada, que permite à MTC assegurar a operação de forma autónoma.

Outra das fortes apostas foi a documentação de Administração e Operação da Solução, que permitiu à MTC capitalizar a larga experiência do Consórcio na Produção e Operação de Soluções Telco e alavancar os Processos e Melhores Práticas do Grupo PT.

No domínio dos indicadores da operação, tomando como referência o mês de setembro e 3 semanas em outubro, a solução verificou/assegurou as seguintes métricas, em linha com o esperado:

setembro 2014	
Faturas emitidas: Ciclo 14 /28 / erro	6,483 / 62,458 / 0
Encomendas: Processadas / erro	348,570 / 6
Nº Pagamentos por transferência bancária	46,813
Integração Contabilística Mensal/Diária	99% concluídas
Disponibilidade	99%
Alterações corretivas ou técnicas	61

8 - 27 outubro	
VTS (Units)	Vouchers Used 8,133,671
Recharges (Units / Amount NAD)	10,355,636 / 85,306,967.29
Airtime Transfer (Units / Amount NAD)	2,053,041 / 7,529,652.56
NGIN – Traffic Events (Units)	Voice 336,650,481 SMS 552,263,890 Internet 418,230,62
Total Debited Money (Amount NAD)	80,530,041.29
Total of Processed Events (Units)	1,310,773,132

Maximum number of events in BH was registered on
20th October – 20:00: **5,853,238**

Tabela 1 - Informação operacional

11. Transição

Na transição de projeto para Serviços Continuados Aplicacionais (SCA) foram adotadas as melhores práticas já utilizadas em projetos no Grupo PT, de forma a garantir o sucesso do processo, nomeadamente:

- Uma abordagem BOT (*Build, Operate & Transfer*) em que, depois da conceção e integração da solução, os dois primeiros meses de operação foram assegurados de forma global por uma equipa multidisciplinar de elementos do projeto e por elementos da futura equipa de suporte à operação MTC;
- Uma equipa de Transição especializada, que reforçou as equipas de Projeto e Serviços e acautelou a passagem de responsabilidade de projeto para serviços, evitando *gaps* e zelando pela entrega atempada de um conjunto de *deliverables* e requisitos de produção essenciais ao sucesso da operação;
- Um modelo (único e integrado) de Suporte.

Para além de uma presença local (*on site*) de reforço à equipa MTC nos primeiros três meses de produção da solução, o suporte da MTC é assegurado por canais garantidos pelos serviços de suporte da PT Inovação, OneDesk World, canal telefónico e *web*, que asseguram durante 24x7x365 uma rápida resposta às solicitações e serviços acordados com a MTC.

12. Remate final

A excelência demonstrada pela PT Inovação no desenvolvimento e implementação da sua solução “Telco in a box”, uma solução B/OSS integrada, modular e pré-configurada, desenvolvida em colaboração com a Oracle desde 2008, foi distinguida pela ORACLE em 2014 com o prestigiado Prémio de Excelência Oracle para Parceiro Especializado do Ano EMEA (Europa, Médio Oriente e África) – Indústria 2014.



Figura 18 - ORACLE Excellence Award

Citações Sponsorship da MTC

Miguel Gerales – CEO da MTC (em outubro 2014)

Transforming the IT systems was not an option, the business model is changing dramatically. Using a “E2E” architecture designed by “Telco In a Box” is, in my opinion, a significant breakthrough because it is a full turnkey solution. However, the company needs to also understand the demand and the efforts in doing a big-bang migration in less than 2 years, and not be affected in terms of market share. Looking at the pros and cons of this approach, I believe that the MTCXXI project will be a success and a memorable story. I am also very confident in the direction in which MTC is moving forward now.

José Neto – CTO da MTC (em outubro de 2014)

MTCXXI delivered to MTC a Real-time Convergent Charging and Billing System, NGIN and BRM, complemented with a Voucher Management System, VTS, with Siebel CRM, Network Order and Provisioning, iCare Web Portal for Customer Self Care, and also a set of very useful Reporting Tools (Reporter, Mart and ICS). A powerful Campaign Management system was also delivered. The Project was delivered during 2 years, from scoping to specification and deployment, in line with the planned delivery scheduled, or even in advance in the case of iCare. The intense work and relationship of both Teams, MTC and PT Inovação, was excellent at all levels and we expect the continuation of a fruitful cooperation for many years to come. Well done!

Charlene Vorster – PM da MTC (em novembro de 2014)

In the past, MTC has been hugely successful; in 5 years (2006-2011) the company almost doubled its revenues and achieved a 80% market share. But contemplating past successes always highlights new challenges.

The future is Data and Service Convergence. To continue our success story, MTC needed state-of-the-art information convergent systems. The MTCXXI Program mission was to modernise our information system architecture allowing MTC to become truly customer-centric, with Siebel (our new CRM application) being tightly integrated with our real time rating and other supporting systems.

We started scoping towards the end of 2012 which continued well into the 1st half of 2013. Cutover for our Postpaid services took place towards the end of March 2014, followed with Prepaid Services cutover early Oct 2014. Initially, Phase 1 was really tough, as many MTC colleagues didn't have any benchmark as to what to expect. With the help of the PT Team, we were able to bridge challenges, and in comparison, Phase 2 was much easier to accomplish. Personally I learnt a lot from this project, and I loved working with and learnt a tremendous amount from everybody. Getting the MTCXXI Project implemented took a huge effort from everybody, which was accomplished with great teamwork, dedication to the mission and professionalism of everybody involved. I am very thankful for the opportunity and looking forward to the future!

Notícias Relacionadas na Intranet e Extranet

- [1] PT Inovação e Sistemas ganha prémio Oracle
- [2] PT Inovação e Sistemas distinguida com Prémio de Excelência
- [3] Participada da PT na Namíbia beneficia de nova plataforma de suporte ao negócio
- [4] PT-SI e Oracle promovem pelo segundo ano consecutivo formação em Tecnologia ORACLE
- [5] Termina mais uma etapa do Programa MTCXXI
- [6] Solução InstantTelco implementada na Timor Telecom
- [7] PT Inovação testemunha dinâmica da Timor Telecom
- [8] Timor Telecom cria novo Data Center em Díli
- [9] Membros da Timor Telecom visitam instalações PT
- [10] Timor Telecom: Uma organização virada para o século XXI
- [11] PT-SI ganha prémio Oracle Specialized Partner of the Year
- [12] Grupo PT apoia Timor Telecom na alteração do Plano Nacional de Numeração
- [13] PT recebe Prémio de Excelência e Gestão de Projetos
- [14] http://www.telecom.pt/InternetResource/PTSite/PT/Canais/Media/DestaquesHP/Destaques_2014/PTInS_premio_Oracle.htm
- [15] <http://www.ptinovacao.pt/en/60-pt-inovacao-e-sistemas-recognized-with-prestigious-oracle-excellence-award-for-specialized-partner-of-the-year-emea-in-industry.html>

ESTRATÉGIAS DE IMPLEMENTAÇÃO DE BIG DATA PARA OPERADORES DE TELECOMUNICAÇÕES



Mário Moreira
(PT Inovação)



Ricardo Gonçalves
(PTP)



Nuro Carvalho
(PTP)

RESUMO

O tema Big Data já não é novidade e ao longo dos últimos anos tem sido um tema bastante em foco, quer pelos artigos que são publicados na imprensa da especialidade, quer pelos fornecedores que se apressam a apresentar ofertas na área tentando antecipar-se à concorrência. Dado o crescimento verificado no volume de dados gerado pelos sistemas e associado à necessidade de melhorar a oferta de serviços aos seus clientes, não haverá forma de fugir a este tema. É algo que, mais cedo ou mais tarde, os operadores de telecomunicações terão que endereçar.

No entanto, o tema Big Data é bastante abrangente e pode ser confuso, pois engloba muitas áreas e tecnologias e não é trivial perceber de que forma poderemos tirar partido de cada uma delas. A pressão do negócio e dos fornecedores não ajuda em nada e pode dar origem a algumas falsas partidas.

Neste artigo explica-se de uma forma sucinta o que é o Big Data e quais as vantagens que existem na sua utilização, como um operador pode implementar Big Data e quais os pontos em que deve ter mais atenção. No final é apresentado um pouco do trabalho já efetuado sobre este tema pela PT Inovação e como esta pode ajudar o grupo PT na implementação de Big Data.

PALAVRAS-CHAVE

Big Data, Hadoop, Map Reduce, Analytics, NoSQL, Realtime, In-memory



1. Porquê Big Data?

Big Data is about all data — big and small, structured and unstructured, new and legacy. - Randy Bean - NewVantage Partners”.

Quando os grandes sites *online* sentiram a necessidade de conhecer melhor cada um dos seus utilizadores, com o objetivo de oferecer um melhor serviço, começaram a guardar mais informação sobre a utilização desse serviço pelos seus clientes. Devido aos volumes bastante elevados de dados, acabaram por esbarrar num custo excessivo para armazenamento e processamento dos mesmos. Era necessário uma tecnologia que permitisse tratar grandes volumes de informação a um custo mais aceitável.

É em resposta a este estímulo e às condições únicas de disponibilidade de informação sobre cada indivíduo, que surge pela mão dos gigantes da Internet uma nova tecnologia de armazenamento e processamento de dados, que permite arquivar e manipular enormes volumes de informação a um preço muito mais reduzido que as soluções tradicionais de *storage* de informação. É esta nova tecnologia, denominada de Big Data, que segundo a Gigaom, permitirá ordens de custo até 200x mais económicos do que as soluções tradicionais e vem alterar de forma radical e permanente o modo de gerir grandes volumes de informação.

O Big Data surge então da necessidade de baixar o custo de armazenamento da informação, de reduzir a dependência de licenciamento de *software* que essa atividade obrigava e de aumentar a performance no processamento da informação. Mas a forma como esta tecnologia funciona vem também revolucionar o modo como se passa a implementar a disciplina de *analytics*, permitindo um enorme incremento na capacidade de descrever, diagnosticar, prever e prescrever as ações sobre os clientes.

Atendendo a que, segundo a IDC, o Universo Digital irá crescer num fator de 300x, desde 130 ExaBytes para 40 Zbytes, será fundamental alterar o paradigma de armazenamento da informação. Existem previsões que apontam para que, desde os dias de hoje e até 2020, a dimensão do Universo Digital irá aproximadamente dobrar o seu valor a cada dois anos.

O facto de a informação a recolher ser naturalmente não estruturada forçou a que o Big Data permitisse a recolha da informação nesse formato: não estruturado. Esta alteração de paradigma no armazenamento

da informação acrescenta ganhos de eficiência muito expressivos a esta tecnologia, representando uma das suas grandes vantagens, pois elimina todo o esforço de estruturar a informação à cabeça. Com um custo aceitável no armazenamento dos dados, passa a ser possível guardar e aceder à informação em tempo real, ou perto disso, permitindo ter volumes históricos de elevada granularidade, como nunca antes foi sequer imaginado.

São estas vantagens que permitem o surgimento de uma nova era, onde as condições para a execução da atividade de *analytics* ganham outra dimensão.

E a verdade é que Big Data é mesmo o que o nome indica — “grandes dados” —, mas cujo processamento é mais complexo e exigente e não pode ser feito nos normais processos instituídos nas organizações, nem com as tecnologias tradicionais.

1.1. Os cinco Vs da Big Data

Há uns anos que se consolidou no meio da tecnologia da informação a ideia dos três Vs associados à temática dos dados em grande escala. São eles: Volume, Velocidade e Variedade. Recentemente surgiram duas novas temáticas que expandiram o conceito para os 5 Vs, nomeadamente a Veracidade e o Valor.

Especificando temos:

- **Volume** - Com o aumento de sistemas, plataformas, *devices* e aplicações, aumentou também a quantidade e volume de informação gerada a cada segundo. A geração de informação explodiu e está a aumentar exponencialmente, o que implica novos paradigmas para gestão de tamanha quantidade de informação. Há cada vez mais dados para armazenar e cada vez haverão mais.
- **Velocidade** - Para além da quantidade (o volume) ter aumentado e continuar a aumentar, a velocidade com que os dados são gerados também aumentou. Assim, a análise dos dados tem de acompanhar a geração dessa mesma informação. Há mais coisas a acontecer que geram informação e é preciso registar todos esses dados à velocidade com que se sucedem. Para além disso há quem aporte que este V também se refere à velocidade que é imperativo ter para analisar os dados recolhidos, pois de nada servirá ter informação que era relevante mas que demorou muito tempo a ser analisada.
- **Variedade** - A natureza díspar de informação

que é gerada é enorme e a sua não estruturação implica desafios para analisar a mesma, desde dados formatados a informação totalmente não estruturada (texto, imagens, vídeo, som, e-mails, etc.) que podem ter que ser relacionadas para extrair indicadores e informação relevante.

- **Veracidade** - Para se extrair informação útil e fidedigna de volumes massivos de dados é preciso controlar a qualidade e veracidade dos mesmos. Nem todos os dados serão interessantes ou úteis no processamento, pelo que existe necessidade de seleccionar o que efetivamente traz mais valias.
- **Valor** - O quinto e último “V” refere-se aos resultados e valor que podem advir de uma estratégia de investimento em Big Data, que não é mais que o valor que uma solução estratégica de Big Data pode aportar a uma organização. É o retorno que um investimento numa estratégia de Big Data potencia e materializa numa empresa ou organização.

1.2. Framework Hadoop

É impossível falar de Big Data sem mencionar Hadoop, que é uma *framework* composta por vários módulos e que é mantida pela Apache em modelo *open source*, ver <http://hadoop.apache.org/>. Esta *framework* é usada para o armazenamento e processamento em larga escala mas em *hardware* de servidores convencionais, e está desenhada de base para processamento e armazenamento distribuído com elevados níveis de tolerância a falhas. Mais à frente falar-se-á sobre Hadoop, mas pode-se já adiantar que esta é indiscutivelmente a tecnologia que está na base de todas as soluções Big Data.

1.3. MapReduce

MapReduce é um modelo de programação e implementação para processamento de grandes volumes de informação, de forma paralela e distribuída num vasto número de máquinas, onde cada máquina possui uma parte dos dados. Existem duas grandes componentes do modelo: a função de Map() que permite de forma distribuída efetuar a filtragem e ordenação da informação e a função de Reduce() que sumariza e contabiliza os dados da função anterior.

Um exemplo de simples entendimento são os antigos censos Romanos. Nestes eram enviados em paralelo às várias cidades-estado do impérios equipas diferentes (Map) para recolha da informação que depois regressavam e centralizavam em Roma para a contabilização final (Reduce). Este método era mais célere que enviar a mesma equipa a todas as cidades, pois assim o resultado final demoraria mais tempo a apurar.

Uma *framework* de MapReduce é tipicamente composta pelas seguintes funções:

- Leitor de informação/dados (*input reader*);
- Função Map (*Map function*);
- Função de distribuição (*a partition function*);
- Função de comparação (*a compare function*);
- Função de Reduce (*a Reduce function*);
- Escrita de resultados (*an output writer*),

Tome-se, por exemplo, um grande volume de dados de chamadas do parque de clientes de uma empresa de telecomunicações onde estão identificados os números de destino e a sua tipificação (Figura 1).

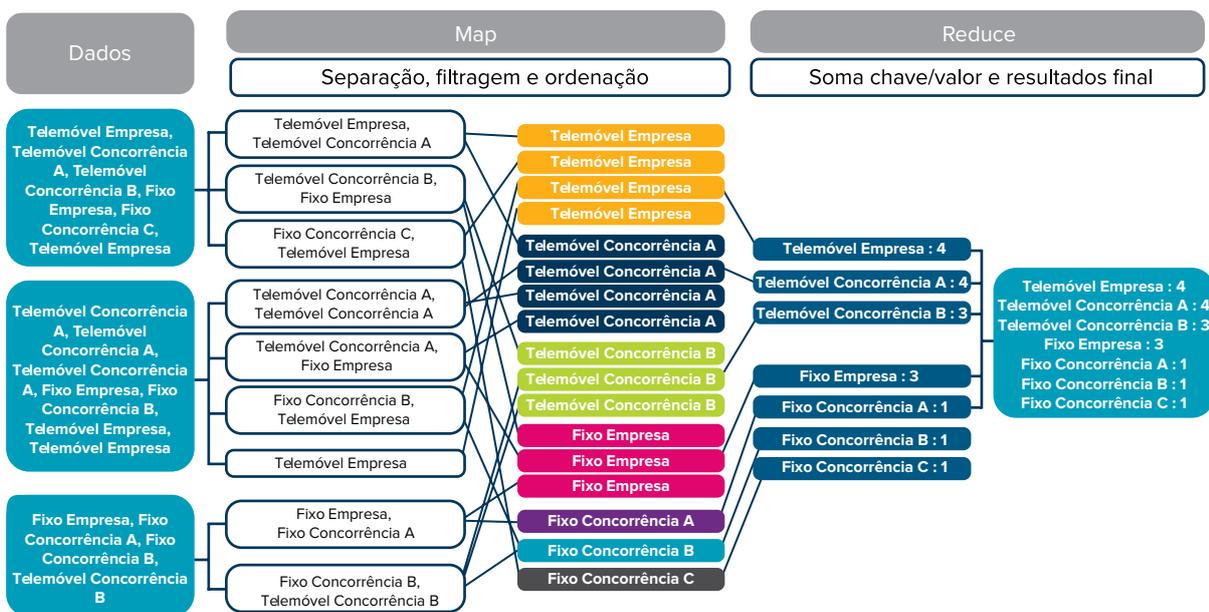


Figura 1 - Framework de MapReduce

Grosso modo existirá um componente responsável por ler os dados e distribuí-los, dividindo-os em pedaços mais pequenos de informação pela rede de processamento que, por sua vez, tratará o seu pequeno conjunto de dados, filtrando, ordenando e devolvendo a informação processada — função Map. Após a recolha de todos os processamentos dos vários pedaços de informação que foram distribuídos é feita a combinação da informação e a escrita do resultado - função de Reduce.

Na tecnologia/framework Hadoop a componente Map Reduce é responsável pela gestão de recursos e fluxos de processamento. É uma componente que permite uma abstração para quem desenvolve e assim tira partido de toda a tecnologia inerente e otimizada da *framework* Hadoop.

1.4. Realtime e In-Memory

O Hadoop, tal como foi originalmente concebido, assentava na execução de processos em *batch*. Cada resultado de um processo Map era escrito em disco para ser passado ao módulo seguinte, que começava por ler o resultado intermédio, processava os dados e voltava a escrever o resultado. No entanto, os utilizadores queriam mais velocidade de processamento, o que levou ao aparecimento de várias soluções para melhorar o desempenho do Hadoop. Algumas dessas soluções podem ser combinadas entre si e em alguns casos poderemos ver processos a executar 100x mais rápido que no Hadoop original.

Estas soluções não se aplicam a todo o tipo de problemas. Algumas usam memória em vez de disco para guardar os resultados intermédios do MapReduce e, por isso, quando o volume de dados resultado de um MapReduce é demasiado grande para caber em memória, não podem ser utilizadas.

Mesmo assim uma grande parte das novidades que têm aparecido ultimamente tem a ver com o tornar o processamento de dados cada vez mais próximo do tempo real (ex: Lambda Architecture) e tirar partido da memória distribuída pelos nodos do *cluster* para evitar IO e acelerar significativamente o processamento. Assim, ao fazer o dimensionamento dos servidores para um *cluster* Hadoop, a memória local de cada servidor será um fator importante a ter em conta, coisa que não era muito relevante há 3 ou 4 anos.

1.5. Infraestrutura Big Data

Nas abordagens tradicionais, os dados são guardados em “storages” centralizadas que têm que ter alta *performance* e ser tolerantes a falhas. Estas “storages” são bastante caras e, com o aumento do volume de dados a armazenar e processar em cada momento, por mais performance que tenham, acabam sempre por ser um ponto de estrangulamento.

Um *cluster* Hadoop ultrapassa este problema porque foi concebido desde o início para funcionar sobre *hardware* convencional, onde cada servidor possui os seus próprios discos locais. A redundância é dada garantindo que os dados estão replicados em pelo menos três servidores distintos e, como cada servidor possui os seus próprios discos, a capacidade de IO agregada do *cluster* facilmente ultrapassa as melhores e mais caras das “storages” centralizadas.

Na execução dos processos de MapReduce descritos anteriormente, os processos Map são distribuídos pelos vários nodos do *cluster*, onde cada um desses processos acede localmente aos seus discos para processar a parte dos dados que lhe foi atribuída. Assim, o *cluster* consegue tratar quantidades enormes de dados de forma muito eficiente e simultaneamente tirar partido da enorme capacidade de processamento de todos os CPUs dos vários nodos do *cluster*.

2. Implementação de Big Data

Nesta secção vamos falar dos desafios e dificuldades que o operador vai encontrar quando decidir implementar Big Data. Não estamos a falar de uma experimentação ou de um piloto temporário, mas de uma implementação planeada em larga escala em produção e para o futuro. Vamos também assumir que já estão definidos os casos de uso e portanto sabemos o que queremos obter desta implementação de Big Data.

Dito isto, vamos apresentar um conjunto muito simplificado de passos que terão que ser dados para a implementação com sucesso de Big Data, que não são de forma alguma exaustivos, mas são importantes para salientarmos algumas dificuldades que irão ser encontradas.

2.1. Escolher as tecnologias: software

Uma das primeiras dificuldades a resolver é a escolha do *software* e do *hardware* para implementação de Big Data. Ao nível do *software*, verificamos que muitos fornecedores se tentam colar ao tema Big Data para tentar vender os seus produtos como sendo soluções de Big Data, quando na realidade não o são ou no máximo serão apenas complementos para um solução de Big Data. Por isso é muito importante saber o seguinte:

- 1) Uma solução de Big Data tem obrigatoriamente que ter na sua base uma distribuição Hadoop; neste contexto, chamamos fabricante a uma entidade que, tendo como base o *software open source* Hadoop desenvolvido pela Apache Foundation, seleciona e combina um conjunto de componentes nas versões mais apropriadas, e os integra e garante que os mesmos funcionam corretamente em conjunto, no que chamamos

uma **distribuição Hadoop**. É muito parecido com o que a Red Hat faz com o Linux.

- 2) Há neste momento apenas três grandes fabricantes de distribuições Hadoop: Cloudera (<http://www.cloudera.com>), HortonWorks (<http://hortonworks.com>) e MapR (<http://www.mapr.com>). Destas distribuições, e após uma avaliação interna feita pela PT Inovação, consideramos ser neste momento a da Cloudera a mais completa e mais avançada. É também a que tem maior quota de mercado.
 - iii) Estão a surgir outras distribuições, como por exemplo a Pivotal HD da EMC. No entanto, não estão ao nível das restantes, além de adicionarem componentes à distribuição que não integram bem o resto da distribuição, como por exemplo a Greenplum DB. Para usar a Greenplum DB e simultaneamente tirar partido do MapReduce do *cluster*, os dados têm que estar duplicados na Greenplum DB e no HDFS.
- 4) Apesar de haver poucos fabricantes, há no entanto imensos **vendedores** de Big Data, como por exemplo a Oracle, que adotou a distribuição da Cloudera e sobre a qual acrescentou um conjunto de componentes próprios para facilitar a integração com outros produtos Oracle.
- 5) Finalmente, temos um grande leque de vendedores que se tentam aproveitar do *hype* criado à volta do termo Big Data e tentam vender os seus produtos como sendo Big Data. Aqui estamos a incluir alguns dos tradicionais vendedores de ferramentas analíticas, fornecedores de bases de dados *in-memory* e fornecedores de soluções tradicionais de *data warehousing*. Quanto muito estas ofertas podem complementar uma solução Big Data, mas não podem ser confundidas como sendo a implementação Big Data do operador.

A mudança tecnológica que acontece com a utilização de Hadoop vai obrigar a uma alteração significativa na arquitetura e forma de trabalhar da maior parte das ferramentas tradicionais. Ferramentas que eram eficientes a trabalhar com bases de dados relacionais vão precisar de ser significativamente alteradas para conseguir tirar partido do Hadoop. Agora, é necessário utilizar MapReduce e refazer os algoritmos para funcionarem numa arquitetura distribuída por dezenas de servidores por forma a tirar partido dos servidores que constituem um *cluster* Hadoop. As abordagens tradicionais pensadas para funcionar sobre bases de dados relacionais não vão ser eficientes. A questão é que só ao fim de termos uma quantidade significativa de dados no *cluster* é que vamos sentir esses problemas e aí já será tarde demais

pois os investimentos já foram realizados.

Todas as distribuições Big Data fornecem formas de aceder aos dados via JDBC ou ODBC. Estas foram concebidas para facilitar o acesso aos dados num *cluster* Hadoop por ferramentas *legacy*, todavia o acesso desta forma não é tão eficiente e não escala da mesma maneira que o acesso da forma nativa. Uma boa parte dos vendedores tradicionais indica que suporta Hadoop, mas continua a ver o Hadoop como uma base de dados relacional e aceder aos dados lá guardados via JDBC ou ODBC. Esta forma de acesso é fácil e permite-lhes dizer comercialmente que conseguem trabalhar com Hadoop o que os ajuda a convencer alguns clientes menos conhecedores ou não alertados para este facto.

2.2. Escolher as tecnologias: hardware

A nível de *hardware* um *cluster* Hadoop é tipicamente construído com base em servidores convencionais. No entanto, é necessário saber dimensionar corretamente um *cluster*, arranjando um bom equilíbrio entre os seus recursos (disco, memória, CPU e rede) pois a *performance* deste será limitada pelo recurso que se esgotar primeiro.

Uma das grandes vantagens desta tecnologia é a facilidade com que a podemos escalar. Ou seja, poderemos começar com um *cluster* pequeno com menos de 10 servidores e algumas dezenas de Terabytes, e com o tempo escalar esse *cluster* para centenas de servidores e Petabytes de dados.

Alguns vendedores, como por exemplo a Oracle, possuem ofertas de *big data appliances*, que são servidores já instalados e configurados (HW + SW), que podem ajudar a resolver este problema. No entanto, quando se opta por esta abordagem pode ser difícil alterar a estratégia no futuro e quando precisarmos de expandir o *cluster* teremos que o fazer continuando a comprar mais *big data appliances* ao mesmo fornecedor, ou seja, passamos a depender de um fornecedor único e não podemos tirar proveito de melhores preços que nesse momento outro fabricante ofereça.

Há vantagens claras em fazermos nós próprios o *cluster*, se tivermos o conhecimento necessário para isso, e alguns fabricantes de *hardware* possuem ofertas próprias para Big Data e podem ajudar a escolher os componentes mais adequados.

2.3. Recursos humanos

O desafio que será de mais difícil resolução para a implementação com sucesso de uma estratégia de Big Data é o de encontrar os recursos necessários para criar a equipa Big Data. Com o aparecimento das tecnologias Big Data surgiu um novo tipo de função: o Data Scientist. Um Data Scientist é uma evolução das funções

tradicionais de “*business analyst*” ou “*data analyst*” e distingue-se por possuir uma combinação de conhecimentos em métodos e ferramentas quantitativas, novos ambientes de computação, linguagens e técnicas para a gestão e integração de grandes quantidades de dados, bem como um conhecimento da indústria e visão do negócio de maneira a criar modelos e resolver problemas do mundo real. Adicionalmente precisam de excelentes capacidades em técnicas de comunicação e visualização de dados por forma a conseguirem explicar os seus modelos a terceiros.

Como estas tecnologias são novas e estão a ter um crescimento muito forte, a procura deste tipo de profissionais é grande e por isso é extremamente difícil conseguir contratá-los. Nos EUA estima-se que entre 2010 e 2015 sejam necessários 400.000 novos Data Scientists, mas apenas estarão disponíveis cerca de 140.000.

Uma solução vulgarmente proposta para este problema é a criação de equipas multidisciplinares, onde em vez de termos um conjunto de Data Scientists, em que cada indivíduo possui o conjunto de competências indicadas anteriormente, temos um conjunto de especialistas em cada tema que, trabalhando em conjunto e partilhando os seus conhecimentos, conseguem complementar e abranger as competências necessárias.

A PT Inovação está bem consciente deste problema e tem investido na aquisição de competências nesta área por forma a ajudar as empresas do grupo PT a endereçar estes novos desafios. Dada a escassez deste tipo de competências, mais imperativo se torna aproveitar os recursos existentes e rentabilizá-los nas diversas iniciativas Big Data na PT Portugal.

2.4. Governança da informação

Numa plataforma Big Data é expectável que venha a existir uma grande variedade e quantidade de dados, o que vai trazer alguns problemas na forma de gerir esses dados, como por exemplo:

- Quais os dados que existem na plataforma e qual a estrutura desses dados (mesmo para os não estruturados ou semi-estruturados, precisamos de alguma informação sobre como interpretá-los, quais os campos, formatos possíveis dos dados, etc.);
- Quais as fontes de cada um desses dados e com que periodicidade são atualizados;
- De que forma estão os dados organizados na plataforma, o que está em cada diretório HDFS, as tabelas Hive ou Impala existentes, e como se distribuem pelos nós do *cluster*;
- Qual o ciclo de vida dos dados, quais são agregados e de que forma;

- Quem tem acesso a que dados, que dados é necessário anonimizar, como é gerido o acesso aos dados.

Estes são alguns exemplos do que teremos que dar resposta aquando da definição da arquitetura da informação e forma de governança da informação.

2.5. Visão analítica do Big Data

Com o Big Data a informação pode passar a ser introduzida no *cluster* de armazenamento num formato não estruturado, sendo também adotadas novas técnicas de modulação da informação. Essas alterações acabam por incrementar muito a capacidade da atividade analítica quando executada sobre Big Data.

Devido ao baixo custo do armazenamento em Big Data passa a ser permitido recolher a informação e introduzi-la no sistema, num formato muito próximo ou mesmo igual ao da sua fonte, permitindo assim que a atividade de modulação da informação para modelos analíticos complexos não seja efetuada, ou que seja efetuada mais tarde.

Como a informação é guardada num formato muito próximo do formato da fonte, passou a ser possível arquivar um volume muito elevado de dados e armazenar essa informação com uma granularidade ao nível *raw* e com períodos de históricos muito longos. O baixo custo do armazenamento e o facto de deixar de se estruturar (modular) a informação permite que esta seja guardada, mesmo sem certeza da sua necessidade futura. Esta é também uma clara vantagem do Big Data, porque permite carregar toda a informação que se suspeite que possa vir a ser necessária e, caso não se confirme essa necessidade, esse bloco poderá ser eliminado, pois o custo de introdução e armazenamento foi reduzido. Quando o formato da fonte altera, algo que é bastante frequente, os processos de carregamento existentes conseguem continuar a introduzir a informação sem interrupção. Se existirem modelos estruturados que utilizem essa informação, esses têm que ser alterados, mas o facto de as fontes continuarem a ser carregadas, sem qualquer perda da informação, permite diferir temporariamente a realização dessas alterações aos modelos estruturados. Esta é também uma grande vantagem do Big Data, por permitir assegurar que na alteração das fontes não existe perda de informação.

Com grande parte da informação registada num formato não estruturado, os analistas, agora denominados Data Scientists, necessitam de estar munidos de capacidade para movimentar e modular a informação de forma orientada à atividade analítica. Devido a essa necessidade têm surgido no mercado várias ferramentas denominadas de Light ETL, destinadas a serem utilizadas por este tipo de perfil. Esta mudança de paradigma dá também maior *empowerment* ao analista, no sentido de

umentar a sua capacidade analítica, conferindo a esses colaboradores um grau de autonomia nunca antes visto. Os analistas passam a conseguir utilizar a informação disponível ao nível *raw* e com a mesma construir os seus próprios modelos, necessários para as suas análises.

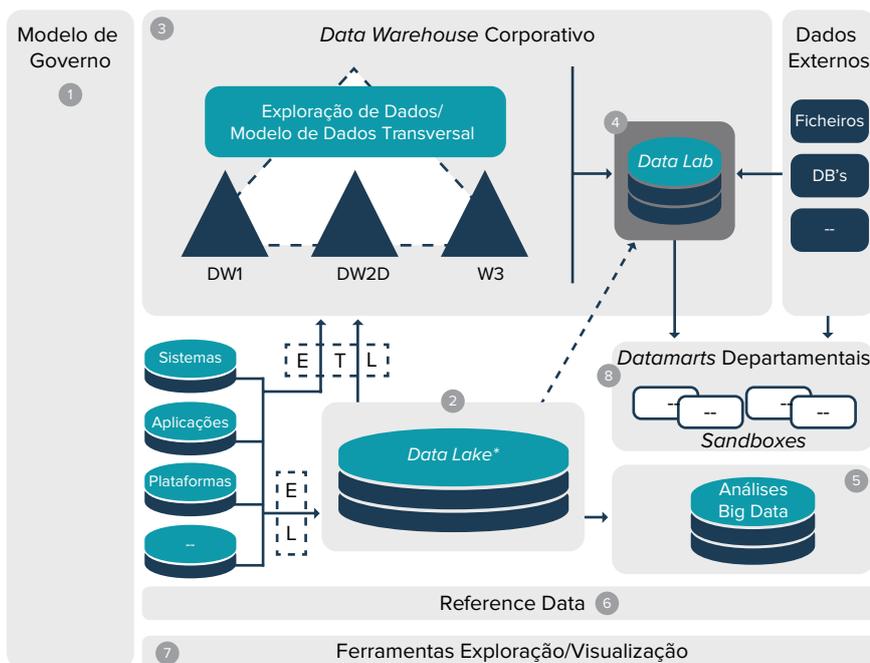
Esta possibilidade permite criar uma nova distribuição entre o trabalho das áreas de desenvolvimento de *software* e de análise da informação, reduzindo o atrito entre ambos os grupos.

A implementação de Big Data pode e deve ser uma solução não disruptiva com a arquitetura, muitas vezes já no terreno, de *Data Warehousing* (DW). A solução maioritariamente preconizada é que o DW seja direcionado para servir de fonte à informação oficial da empresa, que habitualmente já é um processo estável e residente no DW. E que no bloco de Big Data surjam todos os temas novos, existindo depois ao longo do tempo uma passagem gradual de todos os temas armazenados no DW para o Big Data, de forma a ser constituído um *Data Lake*. Esta alteração tem forte impacto nos custos e tempo de implementação, devido às vantagens do Big Data referidas anteriormente.

2.6. Arquitetura Big Data

A figura seguinte apresenta uma possível arquitetura futura para enquadramento de uma estratégia de Big Data onde o novo paradigma convive com as atuais peças existentes na organização.

- 1) **Modelo de Governo:** Fundamental, e quase imperativo, é a existência de um modelo de governo adequado à organização que viabilize as bases de trabalho de uma estratégia de Big Data. Modelo esse que permita balizar os processos, responsabilidades, equipas e meios de comunicação. Será neste bloco assegurada a gestão dos acessos à informação, assim como garantida a segurança dos dados;
- 2) **Data Lake:** Representa o grande repositório de informação não estruturada e distribuída onde é armazenada, com ou sem pré-tratamento, a informação que é recolhida nas variadas fontes. Deverá existir uma elevada integração entre o *Data Lake* e o *Data Warehouse* Corporativo;
- 3) **Data Warehouse Corporativo:** Não é substituído numa estratégia de Big Data, será complementado. Os processos existentes poderão ser mantidos e inclusive poderão evoluir em paralelo;
- 4) **Data Lab:** Pode ser considerado um misto dos dois conceitos anteriores, pois é um ambiente de experimentação, exploração, prototipagem e testes, mas dentro de uma área segura, permitindo também a integração de fontes de dados externas;
- 5) **Análises Big Data:** Componente de computação analítica processada sobre o *Data Lake*;
- 6) **Reference Data:** Repositório normalizado de dados de referência (tipos, tipificações, listas, catálogos, etc.);



* Designação do repositório de dados para Big Data

Figura 2 - Arquitetura Big Data

- 7) **Ferramentas de exploração/visualização:** Capacidade de visualizar e explorar os dados das múltiplas fontes através de ferramentas práticas e intuitivas;
- 8) **Datamarts departamentais e Sandboxes:** Constituem a zona de experimentação desta arquitetura. Estes repositórios permitirão o estudo de determinados temas, criar e treinar modelos preditivos ou simplesmente realizar análises *ad hoc*. Estas estruturas são orientadas a potenciar o surgimento de novas ideias para o negócio, permitindo inclusive simular esses conceitos antes de os passar para produção.

2.7. Big Data na PT Inovação

A PT Inovação começou a trabalhar mais a sério em Big Data no final de 2012, com a construção do seu Big Data Lab. Após uma rápida comparação entre as distribuições de Big Data, optou-se pela utilização da Cloudera, foi construído um *cluster* com 14 servidores com 18 TB de *call detail records* (CDRs) inventados mas semelhantes aos utilizados no Altaia para registo de chamadas de voz 2G, 3G e sessões de dados.

O objetivo na altura foi experimentar e obter conhecimento em tecnologias Big Data e para isso explorou-se o Hadoop, MapReduce, Pig, Hive, Impala, HBase, Mahout, Flume, Sqoop, Oozie, Zookeeper, etc., só para nomear algumas. Adicionalmente foram analisadas e comparadas várias bases de dados NoSQL (Not Only SQL), que podem ser utilizadas para complementar uma solução Big Data, e neste âmbito analisámos a MongoDB, Cassandra, Redis, Neo4j, VoltDB e HBase.

As primeiras versões de Hadoop eram bastante mais orientadas ao processamento em *batch*, motivo pelo qual o Hadoop não era normalmente associado a *performance*. Tendo em vista uma possível utilização destas tecnologias em produtos desenvolvidos na PT Inovação, era necessário comparar o desempenho do Hadoop com as tecnologias normalmente utilizadas e que tipicamente são baseadas na utilização de bases de dados Oracle.

Alguns dos produtos PT Inovação necessitam de enriquecer e inserir grandes volumes de dados de forma sustentada a um ritmo bastante elevado (várias dezenas de registos por segundo), e de seguida é necessário processar esses dados, calculando indicadores, tendências, agregações, etc., para disponibilizar os resultados ao utilizador num prazo muito curto (ex.: 5 min). Por esse motivo, focou-se a análise nas tecnologias mais orientadas a dar respostas quase em tempo real, não perdendo a capacidade de processamento *batch* e demorado para outros tipos de análises.

Os resultados obtidos mais que ultrapassaram as ne-

cessidades e com um *cluster* com *hardware* mais adequado ainda seriam melhores. Em meados de 2013 ficou claro que o melhor candidato para ser o primeiro produto a incorporar estas tecnologias seria o Altaia pois é um dos produtos da PT Inovação que lida com maior volume de dados e está previsto um crescimento significativo desses dados num futuro próximo. A partir dessa data, focou-se o trabalho no sentido de ajudar o Altaia na sua evolução para a utilização de tecnologias Big Data.

Paralelamente aos trabalhos no Altaia, continuou-se a abordar outras questões genéricas como por exemplo a segurança da informação, controlo de acesso aos dados e principalmente o tema da governança dos dados. Com inspiração no SID, do TMForum, foi criado um modelo de organização dos dados, por forma a cada vez que fosse necessário incorporar uma nova fonte de dados, se soubesse caracterizá-la e colocá-la no local correto, mantendo o controlo e conhecimento sobre todos os tipos de dados que residem na plataforma.

Nos últimos tempos, tem-se continuado a trabalhar na avaliação de ferramentas para complementar as que vêm de base com a distribuição Hadoop. Neste âmbito, é de salientar que das análises que foram feitas de ferramentas analíticas, vê-se que os tradicionais fornecedores já conseguem ligar-se ao Hadoop, mas não conseguem tirar partido da capacidade da infraestrutura de um *cluster* Hadoop, pois utilizam-no como se de uma RDBMS se tratasse. Em contrapartida, vê-se o aparecimento de novos fornecedores e produtos desenhados de raiz para funcionarem em cima de um *cluster* Hadoop que dão as garantias de escalabilidade e *performance*. Há uma grande probabilidade de que os *players* relevantes nesta área irão mudar em breve, fruto desta revolução tecnológica que está a acontecer.

Tem-se também analisado algumas soluções de processamento de dados em *streaming*, que podem acelerar ainda mais a capacidade de resposta e *performance* da plataforma Big Data como um todo, e que prometem reduzir ainda mais o tempo desde que os dados são introduzidos na plataforma até que temos informação e análises efetuadas sobre esses mesmos dados.

Este é um trabalho que necessita de ser feito em contínuo. Como a tecnologia é ainda relativamente recente, principalmente na área de tempo real e *streaming*, vê-se o aparecimento de produtos novos e novas abordagens com muita frequência. Este tipo de atividade dá também uma melhor visão da forma como a tecnologia está a evoluir, para onde se dirige e quais as tendências, o que pode ser extremamente importante para melhor julgar onde e quando deve ser feito o investimento, evitando o desperdício de investimento em tecnologias ultrapassadas ou não maduras.

3. Como a PT Inovação pode ajudar

A PT Inovação pode ser uma mais valia para as empresas do grupo PT no que diz respeito a Big Data, partilhando o conhecimento e as competências obtidas nos últimos anos, pela implementação prática no Altaia e pela experimentação efetuada no Big Data Lab. A sugestão da PT Inovação passa pela participação numa equipa multidisciplinar, envolvendo as pessoas certas de forma a conter todas as valências necessárias ao Big Data e assegurar que todos os temas relacionados com Big Data passam por esta equipa. A PT Inovação pode ajudar essa equipa de várias formas, como por exemplo:

- Ajudando a definir a melhor estratégia para a adoção de Big Data;
- Ajudando a resolver parte do problema das competências e recursos humanos;
- Ajudando a desenhar e construir a infraestrutura de suporte a uma plataforma Big Data, bem como na seleção de tecnologias e parceiros;
- Ajudando a definir e implementar um modelo de governança da informação;
- Experimentando em laboratório novas ferramentas.

4. Conclusões

Apesar de o termo Big Data estar a ser bastante aproveitado de forma incorreta pelos fornecedores para tentar fomentar as vendas dos seus produtos, como em tantos outros temas, não haja dúvidas de que essas tecnologias vieram para ficar e que a sua utilização no futuro parece inevitável. Se os operadores não forem pelo próprio pé, e de forma planeada, irão arrastados pela pressão do negócio e pela necessidade de dar resposta à concorrência.

No entanto, tal como em qualquer outra área onde acontecem revoluções tecnológicas, há fornecedores que se adaptam melhor e possuem respostas capazes e outros que tentarão embrulhar os seus produtos tradicionais em novas roupagens, para tentar parecer que também podem contar com eles. Adicionalmente há os problemas internos para resolver, da aquisição de competências, governança da informação, etc.

Mas, por mais difícil que seja, o caminho terá que ser percorrido e a PT Inovação está a preparar-se para ajudar da melhor forma possível as empresas do grupo PT a ultrapassar estas dificuldades.

Podem contar com a PT Inovação.

NOVOS PARADIGMAS NO CONSUMO DE TELEVISÃO



João Miguel
Gonçalves
(PT Inovação)

Herlander Santos
(PT Inovação)

RESUMO

A televisão tradicional, já dada como morta várias vezes ao longo das últimas décadas, parece estar para ficar, mantendo percentagens de utilização muito altas mesmo em casas onde há serviços de *Video On-Demand*. No entanto, várias mudanças de paradigma estão em curso: os sistemas IPTV passaram a permitir consumir TV linear de uma forma não-linear; muitas emissoras tradicionais estão a disponibilizar os seus conteúdos através da Internet e, um pouco em sentido contrário, outras emissoras apostaram em *Second-Screen Apps*. Neste artigo exploramos estes novos paradigmas de ver televisão e os ecossistemas que os suportam, de forma a tentar tirar vislumbrar o futuro.

PALAVRAS-CHAVE

Televisão, IPTV, *Video On-demand*, *Second-screen*, *User-generated Content*



1. Introdução

fornecimento de serviço de televisão tomou, na última década, uma importância central no negócio dos operadores de telecomunicações. No entanto, simultaneamente, foram surgindo novas formas de ver televisão, usando a Internet, oferecidas por serviços *over-the-top* (OTT).

A televisão está a mudar, mas as opiniões dividem-se relativamente à direção dessa mudança.

Neste enquadramento torna-se urgente fazer uma análise ponderada das várias tendências e opiniões existentes, para melhor nos prepararmos para o futuro, seja ele qual for.

Neste artigo estudamos diferentes formas de ver televisão. Distinguímos os modelos linear e não-linear, avaliamos os prós e contras de cada um e analisamos as propostas de interatividade associadas a cada um destes modelos. Para além disso analisamos as novas tendências de produção e disponibilização de conteúdos, nomeadamente a *long tail* e o *User-Generated Content* (UGC). Por fim, fazemos um exercício de previsão e identificamos oportunidades do ponto de vista do operador.

2. História recente dos serviços de televisão

Num modelo de televisão pré-Internet, as emissoras tradicionais (RTP, SIC, TVI, BBC, ...) agregam vários papéis da cadeia de valor. São fornecedores de conteúdos, gestores de programação televisiva, intermediários de publicidade e distribuidores de serviço de televisão, posicionando-se como intermediário único entre empresas publicitárias e o telespectador. As suas receitas são criadas usando esse posicionamento, pela entrega de publicidade ao público.

Nos anos 80 surgiu o modelo PayTV que, em vez de obter as suas receitas exclusivamente através de publicidade, cobra uma subscrição ao utilizador por conteúdos "premium". A Sky foi um exemplo paradigmático, oferecendo conteúdo exclusivo e a sua própria progra-

mação a um grande público-alvo, usando transmissão por satélite.

De certa forma legitimadas pelo sucesso do PayTV, as empresas de TV por cabo foram o primeiro ator a tentar especializar a cadeia de valor da televisão, assumindo exclusivamente a função de distribuidor de serviço de televisão num modelo PayTV. Com a popularização do fornecimento de Internet através das infraestruturas de cabo e cobre, seguiram-se os operadores de telecomunicações a posicionarem-se também como distribuidores de serviço de televisão, diluindo a distinção entre estes e as empresas de cabo.

No contexto atual de acesso generalizado à Internet, os serviços de televisão tradicionais passaram a ser vistos como demasiado passivos. As capacidades de procura e interatividade oferecidas por serviços de vídeo *online* elevaram a exigência dos utilizadores em termos de disponibilidade, variedade e interação com os conteúdos. Por essa razão, os distribuidores especializados de serviço de televisão começaram a disponibilizar plataformas tecnológicas que tornam possíveis funcionalidades como *Catch-up TV* e *Timeshift*, permitindo ver televisão tradicional de uma forma não-linear.

No entanto, os serviços de vídeo *online* continuam claramente diferenciados desta nova forma de ver televisão, oferecendo mecanismos de personalização e interatividade característicos da Internet. Para além da experiência de utilização diferenciada, o vídeo *online* também veio introduzir algumas alterações na cadeia de valor. A mais relevante será talvez a democratização da função de fornecedor de conteúdos, implementada através de *sites* como o YouTube e o Vimeo.

3. Dilema: linear ou não-linear?

Recentemente a Netflix, empresa que fornece um serviço OTT de filmes e séries, anunciou num documento estratégico que "as pessoas não gostam da experiência da TV linear, onde os canais emitem programas a horas específicas, para ecrãs não-portáteis que têm controlos remotos complicados." [1]

As limitações de procura e interação do modelo linear parecem cada vez mais evidentes e as tentativas de melhoria por parte dos operadores, como o *Catch-up TV* e o *Timeshift*, podem ser insuficientes para satisfazer os utilizadores mais habituados a ambientes de Internet.

“Os consumidores não gostam da experiência da TV linear, onde os canais emitem programas a horas específicas, para ecrãs tradicionais que têm controlos remotos complicados. São obrigados a navegar numa grelha, ou usar gravadores vídeo para terem capacidades on-demand. Encontrar bom conteúdo não é fácil nem interessante. Apesar de muito popular, o modelo linear de canais de televisão está pronto a ser substituído.”

– Erin Kasenchak,
Netflix Director of Investor Relations

No entanto, as estatísticas mostram que a televisão linear conserva grandes percentagens de utilização em casas onde há Internet e vídeo *on-demand* (VOD) [2]. Para além disso, parece não haver correlação significativa entre o uso de serviços de vídeo *online* e o consumo de televisão tradicional, sugerindo que a Internet seja incapaz, pelo menos para já, de substituir completamente o modelo de televisão linear. Um padrão identificado é que maior consumo de televisão está normalmente associado a pessoas mais velhas e com menor escolaridade [3]. Os números mais recentes mostram públicos de utilização semanal semelhantes para a televisão tradicional e não-linear (Internet, VOD e *Catch-up TV*), que se traduz numa subida do não-linear, mas as descidas relativas às gravações manuais e aos formatos físicos são a tendência mais relevante [17].

A diversificação que os serviços de telecomunicações e Internet trouxeram às empresas de TV por cabo é análoga à que foi trazida pelo IPTV aos operadores de telecomunicações, transformando estes dois antigos tipos de empresas em *Communication Service Providers* (CSP). Para os operadores, esta mudança é uma maneira de tentar estabilizar a *average revenue per user* (ARPU), num cenário de queda progressiva dos preços dos serviços de voz e dados, e de tentar aumentar a penetração de Internet de banda larga através da oferta de um serviço de televisão, que goza de maior popularidade. Para além disso, permite que se posicionem no mercado de entrega de conteúdos, possibilitando eventualmente assumir outros papéis com maior retorno associado.

A pergunta que se coloca neste momento é: quais os próximos passos? Com o modelo de serviço linear sob ataque do *online*, os custos de licenciamento de conteúdo a aumentar e o modelo tradicional de *PayTV* a chegar à saturação nos Estados Unidos [4], é urgente que os CSP definam o seu futuro. Assim, de seguida iremos refletir sobre os modelos de consumo de televisão do futuro e sobre o ecossistema de *stakeholders* que está em melhores condições de os suportar.

4. Televisão não-linear

A televisão não-linear tem as suas raízes na Internet. As suas capacidades de procura, personalização e interatividade, associadas a aumentos recentes de largura de banda, permitiram que empresas como Netflix, YouTube, Vimeo, Hulu e Twitch conseguissem angariar milhões de utilizadores, em apenas alguns anos.

O modelo de negócio destas empresas tipicamente está associado ao tipo de conteúdo que disponibilizam. Caso o conteúdo seja produzido profissionalmente, com custos elevados associados, o modelo seguido é tipicamente *PayTV*, em que os utilizadores pagam uma subscrição. Caso o conteúdo seja produzido pelos próprios utilizadores ou por fornecedores amadores, as receitas são normalmente geradas através de publicidade vídeo, exibida antes do conteúdo (*pre-roll*), e também através de publicidade *web*.

As empresas de vídeo *online* transmitem conteúdos sobre a Internet, usando a infraestrutura dos CSP, em paridade com o restante tráfego. Alguns CSP interpretam isto como um aproveitamento da sua infraestrutura, pois têm de suportar níveis de tráfego mais elevados sem conseguir a receita associada. Recentemente a Netflix, confrontada com queixas na qualidade do seu serviço, fez acordos de *paid-peering-interconnection* com a Comcast e com a Verizon, ligando os seus *data centers* às redes *core* destes dois CSP, para melhorar a qualidade do serviço, em troca de uma compensação económica [5]. Estes acordos possibilitam que empresas de tecnologia passem a negociar velocidades com os fornecedores de banda larga para que os seus conteúdos sejam descarregados a uma maior velocidade. No entanto, esta situação poderá deixar em desvantagem empresas com menor capacidade económica, abrindo caminho a uma Internet a “duas velocidades”. Por não se saber se cumprem as leis de *net neutrality* em vigor, estes acordos estão sob investigação [6].

Sendo suportados pela Internet, os serviços de vídeo *online* têm como funcionalidades centrais a procura e a recomendação de conteúdos, em completo antagonismo com o modelo linear de televisão, onde os canais são transmitidos igualmente para todos os utilizadores e o conteúdo está previamente definido.

O histórico de visualização de conteúdos e a classificação dada pelo utilizador a cada conteúdo são essenciais para que a experiência na procura de conteúdos seja a melhor possível.

O VOD oferecido por CSP em ofertas *triple* e *quadruple play* difere das ofertas OTT principalmente na procura de conteúdo e no tipo de conteúdo. Enquanto os OTT

se focam em conteúdo gerado por amadores ou em séries de televisão, os serviços VOD são normalmente uma versão digital dos antigos videoclubes, oferecendo um catálogo de filmes de cinema, entretanto disponíveis em DVD. Um serviço de vídeo OTT de alto valor como o Netflix normalmente assenta em conteúdo exclusivo e de alta qualidade disponível em estreia, ao contrário dos VOD tradicionais.

A nível da experiência, os CSP já começam a aprender com as empresas mais orientadas para a Internet e começam a facilitar o acesso e a escolha do conteúdo. O projeto *Flexible TV Viewing*, materializado na aplicação *Guider*, explorou essa abordagem no contexto do Plano de Inovação de 2013, em colaboração com a Universidade de Aveiro. Esta aplicação, para uso em iPad, pretende assistir o utilizador MEO na procura de conteúdos televisivos com base em diversos critérios: categoria, géneros, origem, idades e companhia. Os resultados são representados num gráfico, com uma representação parametrizável. Os conteúdos são organizados de acordo com os critérios escolhidos pelo utilizador e os programas e filmes são representados como bolas e espalham-se ao longo da interface de acordo com a sua pontuação (horizontalmente) e duração (verticalmente). A dimensão das bolas varia consoante a popularidade dos conteúdos, sendo esta popularidade determinada através do *Catch-Up TV* (sempre que possível) para conteúdos TV, e através das avaliações efetuadas no portal *Rotten Tomatoes* para conteúdos VOD. Um *layer* social e a integração com a *box* complementam o *Guider*, assistindo o utilizador no processo de seleção de

conteúdos de uma forma diferente do *Electronic Program Guide* (EPG) tradicional.

5. O valor da TV linear

O *Guider* pode ser considerado uma *second-screen app*, apesar de se situar num contexto não-linear. Tipicamente as *second-screen apps* são dedicadas a um canal ou programa em direto, oferecendo conteúdo adicional e formas de interatividade. Genericamente, uma *second-screen app* pode fazer quatro coisas: oferecer funcionalidade tipo EPG (como o *Guider*), complementar um programa oferecendo conteúdo e interatividade, dar controlo sobre o ecrã principal e possibilitar a compra de um produto a ser publicitado. [7]

O programa *What do I Know* [8] é um concurso televisivo tipo *quiz*, com uma aplicação *second-screen* que permite aos telespectadores responderem às perguntas do concurso ao mesmo tempo que as celebridades na televisão o fazem. A aplicação *second-screen* deste programa conseguiu níveis de utilização na ordem das centenas de milhares de utilizadores por episódio, em França e na Holanda. Para além de *quizes*, outros casos de uso típicos de uma aplicação *second-screen* incluem *chat* e partilha em redes sociais, que fazem mais sentido num modelo linear, onde muita gente vê o mesmo conteúdo em simultâneo.

Um dos principais problemas técnicos das *second-screen apps* é a sincronização entre o *companion device* e o ecrã principal. Tipicamente esta questão é resolvida usando o áudio do

conteúdo televisivo e o microfone do *companion device*, através de *water-marking* ou *fingerprinting*. No entanto, estas soluções não são perfeitas. O que parece inegável é a necessidade de passar a produzir conteúdos televisivos adaptados a estas novas possibilidades [9]. Note-se ainda que os *tablets* estão a ganhar relevância no consumo de conteúdos vídeo, legitimando-se como *companion device* por excelência e como alternativa ao computador pessoal [17].

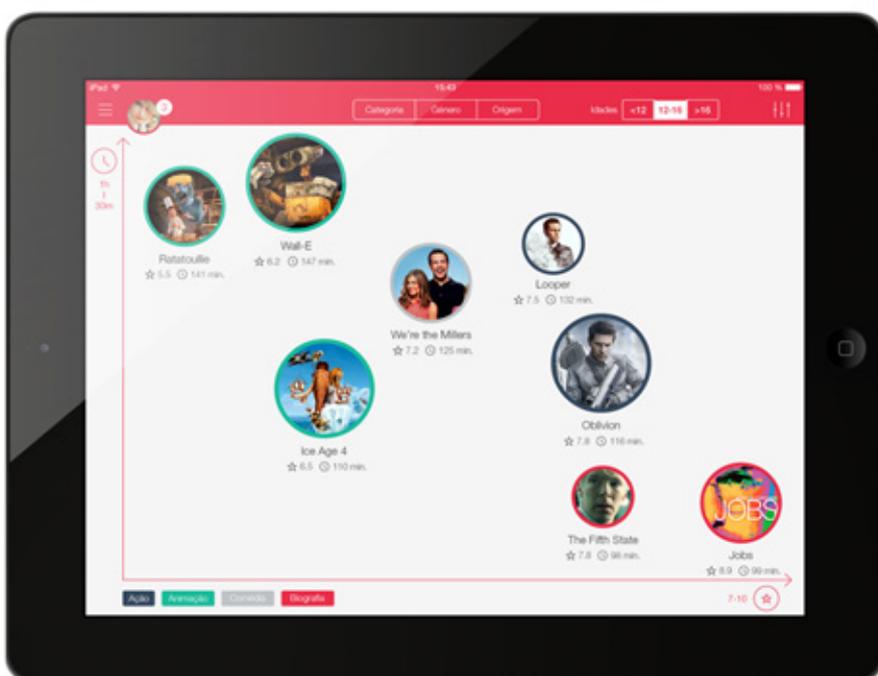


Figura 1 - Aplicação *Guider*

Para além da melhor adaptação a conteúdos temporalmente relevantes, o modelo linear permite também uma maior passividade de utilização. Esta passividade, percebida como uma limitação pelos apoiantes do modelo não-linear, pode ser cativante para certos públicos.

Os céticos do modelo não-linear acreditam que este apenas vai conseguir conquistar as receitas equivalentes à compra e aluguer de DVDs [2] e, até ver, a realidade confirma essa visão. Os conteúdos temporalmente relevantes, como entretenimento em direto (desporto, concertos, *reality shows*, ...) e as notícias ainda não acharam lugar na televisão não-linear do presente.

A literatura académica sobre escolha de consumo de *media* identifica recorrentemente duas componentes: fatores psicológicos e individuais (preferências pessoais, escolhas, ...) e fatores estruturais (horários de transmissão, disponibilidade, ...). Um proponente do modelo não-linear desvalorizaria a influência desta segunda componente, mas estudos recorrentes demonstram que a componente estrutural explica consistentemente altas percentagens na variação das escolhas de consumo [3].

6. Mudanças na produção e disponibilização de conteúdos

O termo *Long Tail* foi popularizado por Chris Anderson na sequência de um artigo e de um livro [10] publicado em 2006. Refere-se à grande quantidade de produtos que unitariamente vendem pouco, por vezes tão pouco que não chegam à maioria das lojas. Este cenário está a ser alterado pela popularização de canais de distribuição digitais: enquanto o “custo de prateleira” é bastante relevante no mundo físico, no virtual é apenas mais uma entrada na base de dados.

Empresas que apostaram cedo em alargar a sua oferta viram os seus esforços recompensados. Em 2005, 25% das vendas da Amazon e 20% das do Netflix foram referentes a produtos que não se encontravam à venda em lojas tradicionais.

Apesar do sucesso do conceito, não é evidente se todas as empresas devem apostar nele. Um estudo posterior [11] confirma que existe valor na *tail*, mas que os *hits* continuam a ser mais importantes, essencialmente por quatro razões:

- 1) A larga maioria dos consumidores de *hits* consomem pouco;
- 2) A larga maioria dos consumidores de produtos *tail* consomem muito;
- 3) Os consumidores de produtos *tail* também con-

somem *hits*;

- 4) Os *hits* têm claramente, em média, mais qualidade que os produtos *tail*.

Concluindo, apenas uma pequena quantidade de utilizadores consome produtos *tail*, e em termos gerais, esses utilizadores preferem *hits*.

Acompanhando a drástica redução de custos na disponibilização de conteúdos, a tecnologia está a tornar qualquer computador pessoal num mini-estúdio, reduzindo também custos de produção. O sucesso do YouTube como *site* de *User-Generated Content* (UGC) foi central para que a Time em 2006 tivesse elegido *you*, o utilizador-produtor da Internet, como a pessoa do ano.

O YouTube tem diariamente milhares de novos conteúdos, mas a verdade é que apenas uma pequena fração dos utilizadores contribui para este número. Para além disso, os utilizadores não se dividem simplesmente em “ativos” e “passivos” - têm diferentes motivações que se traduzem em maior ou menor nível de participação e contribuição [12].

As principais motivações para ser um utilizador mais ativo são a procura de entretenimento e as questões profissionais [13]. A motivação pelo entretenimento está associada à novidade, sociabilidade, sendo catalizada através de conteúdo profissional disponibilizado a par do UGC. A nível profissional, trabalhadores da área artística ou tecnológica por vezes usam o UGC como meio de afirmação e promoção profissional.

Tal como no caso da TV linear e não-linear, não se espera uma simples transição de utilizador passivo, consumidor de conteúdos, para ativo, produtor e consumidor. A produção de UGC é suportada por um público específico, não pela generalidade dos consumidores.

Tal como no caso da TV linear e não-linear, não se espera no UGC uma simples transição de utilizador passivo, consumidor de conteúdos, para ativo, produtor e consumidor. Em vez de uma transformação, espera-se uma especialização do público.

A disponibilização de conteúdo profissional por parte do YouTube pode também ser associada a um problema da *long tail*: nenhum utilizador consome apenas conteúdo da *tail*, também quer *hits*. No entanto, para conseguir que o UGC se torne cada vez mais *hit*, a empresa tem um programa de apoio e monetização da produção amadora de conteúdos [14].

O MEO Kanal é uma plataforma integrada no serviço de televisão MEO que permite aos utilizadores construir o seu “canal de televisão” com conteúdo próprio

ou importado da *web*. É essencialmente uma ferramenta de programação TV, mais do que de produção ou disponibilização de conteúdos. Apesar de apoiar a divulgação de canais, fá-lo na perspetiva da produção (anúncios *off-band*, por redes sociais e *e-mail*) e não na perspetiva do consumidor através de recomendações e procura. Também não facilita a monetização nem o próprio processo de produção de conteúdos.

Há um caso recente em que o progresso tecnológico na distribuição de conteúdos foi limitado pela legislação de proteção dos direitos desses conteúdos. A Aereo é uma empresa que fornecia televisão via Internet, através de uma infraestrutura de pequenas antenas locais, sem pagar às emissoras os direitos de retransmissão que os CSP pagam. A Aereo argumenta que simplesmente fornece os equipamentos pessoais de receção e gravação na *cloud*, e que por isso não é um retransmissor tradicional. Recentemente o Tribunal Supremo dos Estados Unidos deu razão às queixas das emissoras, considerando que a Aereo não se distingue suficientemente dos CSP [15], colocando em causa a viabilidade da *startup* [16].

7. O futuro

A decisão contra a Aereo, as limitações económicas da *tail* e a passividade de muitos consumidores indicam que o futuro não tem pressa. O modelo linear não parece estar em risco de extinção, tal como a maioria da população não parece estar disposta a ser criadora de conteúdo. No entanto, isto não indica que o modelo não-linear e o UGC devam ser ignorados – não devem, até porque funcionam muito bem um com o outro.

Uma conclusão que parece clara é que o público não é “binário”: ativo ou passivo, criador ou consumidor. Há níveis diferentes de atividade e motivações diferentes para essa atividade que sugerem que os serviços devem ser acima de tudo flexíveis. De forma análoga, também os conteúdos têm uma maior ou menor relevância temporal, não sendo exclusivamente classificáveis em

“lineares” ou *on-demand*.

Acompanhando estas conclusões, uma tendência que parece inevitável no modelo linear é o surgimento de conteúdo televisivo verdadeiramente multimédia, integrado com um *second-screen* interativo. Faz muito sentido, num modelo linear, ter características de não-linearidade que satisfaçam os mais ativos dos utilizadores passivos: ver uma notícia em mais detalhe, com *links* para a *Wikipedia* ou fóruns de discussão associados, ou ver estatísticas de um jogador durante um jogo de futebol.

Por outro lado, nos casos não-lineares faltam opções de linearidade, como ter um “canal pessoal” construído dinamicamente tendo em conta preferências individuais, tal como fazem vários serviços de música como o Pandora, o Last.fm ou o Spotify.

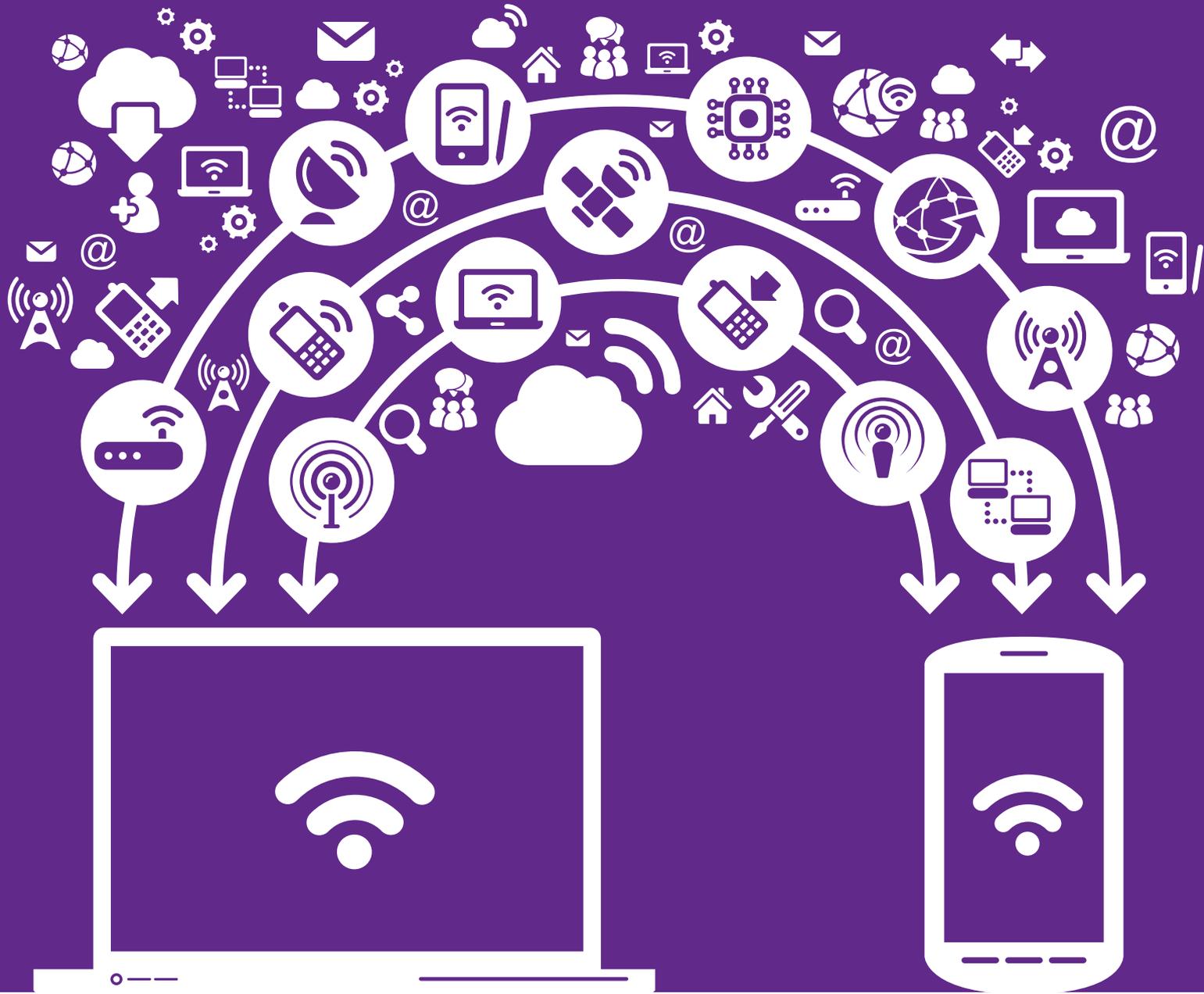
A expansão do UGC parece estar, neste momento, limitada pelo público. Oferecer meios para distribuir conteúdos em vídeo gratuitamente cativa os mais criativos e ativos, mas não todos, nem para sempre. O projeto de parcerias do YouTube [14], e os seus sucessos de popularidade pseudo-amadores LonelyGirl15 e Lamo1234 [12], indicam isso mesmo. Para tornar o UGC mais representativo é preciso que ele seja uma porta de entrada a novos *content providers*, profissionais mas independentes, de orçamentos baixos.

Apesar de parecer que estão a ser ultrapassados pelos OTT, os CSP têm vantagens técnicas na distribuição, especialmente no que toca a cenários *second-screen* lineares. As emissoras tentam distribuir conteúdos pelos próprios meios e servir o seu *second-screen* OTT, mas as capacidades de uma plataforma integrada, que os CSP estão em melhor posição para oferecer, seriam superiores do ponto de vista do utilizador. Resta saber se, da perspetiva do posicionamento de negócio, as emissoras estariam disponíveis para este tipo de colaboração.

Referências

- [1] Kasenchak, Erin. “Netflix Long Term View.” Netflix Investor Relations (2014): <http://ir.netflix.com/long-term-view.cfm>
- [2] Barwise, Patrick. “Confusions and Delusions about Non-Linear TV and Why They Matter.” The Guardian: Oxford Media Convention (2011): <http://www.theguardian.com/oxfordmediaconvention/patrick-barwise-non-linear-tv>
- [3] Taneja, Harsh, et al. “Media consumption across platforms: Identifying user-defined repertoires.” *New Media & Society* 14.6 (2012): 951-968.
- [4] Greeson, Michael. “Pay-TV Households Have Peaked and Are Set to Decline thru 2017.” TDG Research (2013): <http://tdgresearch.com/pay-tv-households-have-peaked-and-are-entering-declin/>

- [5] Gustin, Sam. "Netflix Pays Verizon in Streaming Deal, Following Comcast Pact." TIME Magazine (2014): <http://time.com/80192/netflix-verizon-paid-peering-agreement/>
- [6] Luckerson, Victor. "Netflix's Disputes With Verizon, Comcast Under Investigation." TIME Magazine (2014): <http://time.com/2871498/fcc-investigates-netflix-verizon-comcast/>
- [7] British Broadcasting Company (BBC). "Fusion Summits: Second Screen." BBC Academy (2012): <http://www.bbc.co.uk/academy/news/article/art20130711164644786>
- [8] ExMachina. "What do I know?!" <http://www.exmachinagroup.tv/what-do-i-know/>
- [9] Pennington, Adrian. "The Rise of the Second Screen and the Future of Television." Streaming Media Magazine (2013): <http://www.streamingmediaglobal.com/Articles/Editorial/Featured-Articles/The-Rise-of-the-Second-Screen-and-the-Future-of-Television-89692.aspx>
- [10] Anderson, Chris. "The long tail: Why the future of business is selling less of more." Hachette Digital, Inc., 2006.
- [11] Elberse, Anita. "Should you invest in the long tail?" Harvard business review 86.7/8 (2008): 88.
- [12] Van Dijck, José. "Users like you? Theorizing agency in user-generated content." Media, culture, and society 31.1 (2009): 41.
- [13] Li, Charlene et al. "Mapping Participation In Activities Forms The Foundation Of A Social Strategy." Social Technographics – A Social Computing Report, Forrester Research (2007).
- [14] YouTube, LLC. "Working Together." <https://www.youtube.com/yt/creators/creator-benefits.html>
- [15] Supreme Court of the United States. "American Broadcasting Cos., Inc., et al. v. Aereo, Inc., FKA Bamboo Labs, Inc." (2014): http://www.supremecourt.gov/opinions/13pdf/13-461_l537.pdf
- [16] Kendall, Brent, and Hagey, Keach. "Supreme Court Rules Aereo Violates Broadcasters' Copyrights." The Wall Street Journal (2014): <http://online.wsj.com/articles/supreme-court-rules-against-aereo-sides-with-broadcasters-in-copyright-case-1403705891>
- [17] Ericsson. "TV and Media 2014 - Changing consumer needs are creating a new media landscape." Ericsson Consumerlab (2014): <http://www.ericsson.com/res/docs/2014/consumerlab/tv-media-2014-ericsson-consumerlab.pdf>



04 | Engenharia e Operações de Rede



- 15** | *Cloud Computing*: novas arquiteturas e modelos de negócio para serviços de TI [pp. 131-140]
- 16** | Funções de rede como um serviço [pp. 141-147]
- 17** | NFV & SDN: arquiteturas de redes emergentes [pp. 148-156]
- 18** | Gestão de desempenho na rede móvel da Oi [pp. 157-162]
- 19** | Solução de *Order Management* no mapa aplicativo PTP [pp. 163-171]
- 20** | ANDSF e HS2.0: uma experiência *seamless* entre rede móvel e Wi-Fi [pp. 172-178]
- 21** | Controlo de congestionamento em redes multi-tecnologia [pp. 179-187]
- 22** | Interoperabilidade universal para serviços WebRTC: projeto Wonder [pp. 188-194]

CLOUD COMPUTING: NOVAS ARQUITETURAS E MODELOS DE NEGÓCIO PARA SERVIÇOS DE TI



Fernando Bastos
(PT Inovação)



Helena Correia
(PT Inovação)



Mário Rui Costa
(PT Inovação)



Pedro Neves
(PT Inovação)

RESUMO

O conceito de *cloud* veio alterar radicalmente o paradigma de consumo dos serviços de TI, agilizando e simplificando bastante a utilização dos mesmos. Neste tipo de abordagem é fundamental a disponibilização dos serviços *on-demand* e num modelo de negócio *pay-per-use*, que se traduz na cobrança exata dos recursos que estão a ser efetivamente utilizados pelo cliente. Este artigo apresenta uma proposta de arquitetura de serviços *cloud*, incluindo detalhes sobre o seu padrão de funcionamento, e complementarmente uma análise dos modelos de negócio associados a este tipo de serviços. É ainda brevemente apresentado o projeto OSSaaS, no qual está a ser especificada e implementada a arquitetura aqui descrita.

PALAVRAS-CHAVE

Cloud Management, Cloudificação, IaaS, PaaS, SaaS, OSSaaS, Modelos de Negócio



1. Introdução

conceito de *cloud* [1] veio alterar radicalmente o paradigma de consumo dos serviços de TI, agilizando e simplificando bastante a utilização dos mesmos. Neste tipo de abordagem é fundamental a disponibilização dos serviços *on-demand*, permitindo a subscrição/cancelamento destes em *real-time*, e num modelo de negócio *pay-per-use*, que se traduz na cobrança exata dos recursos que estão a ser efetivamente utilizados pelo cliente.

Para que estas características *cloud* possam ser exploradas em toda a sua plenitude, é necessário desenhar uma arquitetura responsável pela gestão do ciclo-de-vida dos serviços virtualizados, bem como da infraestrutura/*data center* em que estes são instanciados. Em particular, devem ser fornecidos mecanismos de *fulfillment* (p. ex. *deploy* e provisão), *assurance* (p. ex. monitoria, *auto-scaling* e gestão de SLAs) e *accounting* para fins relacionados com cobrança/*billing* neste tipo de ambientes.

Sucintamente, este artigo descreve uma arquitetura de serviços *cloud*, com particular ênfase nos mecanismos de provisão, monitorização, *scaling* e *accounting*. Como complemento à especificação da arquitetura técnica, é apresentada uma análise dos modelos de negócio mais relevantes associados ao paradigma de computação *cloud*. Por último, é brevemente descrito o projeto de *IDI OSS-as-a-Service* (OSSaaS), financiado pelo QREN, no qual a arquitetura apresentada está a ser especificada, implementada e validada através da cloudificação de produtos OSSs da PT Inovação.

2. Descrição do estado da arte

Na indústria de comunicações, aos dias de hoje e de forma generalizada, os sistemas de rede e os sistemas de informação que suportam a gestão operacional e gestão de negócio são elementos habitualmente hermeticamente concebidos para incluírem os recursos computacionais necessários para suportarem a execução do *software* fornecido e em respeito aos parâmetros não funcionais comprometidos entre fornecedor e cliente.

Na última década assistimos à massificação das tecnologias que permitem a virtualização de recursos computacionais e ao proliferar de propostas comerciais pelos grandes fornecedores (e.g., Oracle, HP, Fujitsu, Bull) de soluções que permitem criar com grande flexibilidade servidores virtualizados sobre capacidade *computa-*

cional raw. Este avanço materializou-se numa transformação do paradigma de “um sistema, uma plataforma computacional física dedicada para um sistema de informação” para um paradigma onde, sobre uma mesma infraestrutura física, se constroem múltiplos servidores virtuais para albergarem sistemas de informação eventualmente distintos.

Este movimento coloca-nos no que ainda é o estado da arte para a infraestrutura de sistemas de informação e trouxe fundamentalmente maior eficiência e otimização no uso da capacidade computacional disponível, permitindo a partilha de capacidade *raw* entre múltiplos sistemas de informação, daí derivando evidentes ganhos no *setup* de infraestrutura para novos sistemas, na operação e manutenção da infraestrutura e resultantes da eficiência computacional associada a este paradigma.

Este estado da arte, fornecendo ganhos óbvios face aos cenários de partida do século passado, continua a ser um fator limitativo para a eficiência operacional e de negócio dos clientes que adotam os sistemas de informação. Em concreto, este modelo de infraestrutura virtualizada continua a não fornecer meios para adequar dinamicamente a capacidade computacional atribuída a um sistema de informação em função da capacidade funcional efetivamente usada pelos utilizadores desse sistema. Pelo contrário, tal como anteriormente, independentemente de estarmos a falar de infraestrutura física ou virtual, esta é dimensionada para a capacidade de pico esperado para o sistema em causa, que muitas vezes é atingida uma ou duas vezes num ano. Este será porventura o maior ofensor para os custos operacionais dos operadores de comunicações, bem como ao *Business Case* dos fornecedores de Sistemas de Informação, conjurando uma *Lose-Lose Situation*.

Em coerência, o paradigma de infraestrutura dedicada a um sistema de informação não estimula e contraria a adoção de modelos de *pay-per-use* por parte dos fornecedores de sistemas de informação.

A evolução para um novo patamar — um novo estado da arte, em que seja prática comum a adequação dinâmica da capacidade computacional face à utilização efetiva dos sistemas, conjugada com a implementação de modelos de monetização das funções de *software* em função da sua utilização efetiva (*pay-per-use*) — permitirá a fornecedores e clientes ganhos operacionais até hoje inalcançáveis e por esta via ser um motor de desenvolvimento do negócio e da indústria.

Se a este novo estado da arte acrescentarmos ingre-

dientes para abstrair os aspetos de infraestrutura dos clientes, tornando-os consumidores de serviços de *software* (SaaS), caminhamos no sentido dos *Managed Services*, tornando os fornecedores mais autónomos na gestão dos seus serviços e no planeamento da sua infraestrutura de suporte aos mesmos, retirando o ónus de gestão de infraestrutura aos operadores de comunicações.

Na teoria, o novo estado da arte será suportado por infraestrutura de *Cloud Computing*, alinhada na sua ideia original com estes princípios. Na prática, aos dias de hoje os fornecedores de plataformas de *cloud computing* fornecem plataformas maduras para suportarem a disponibilização de serviços de infraestrutura (IaaS), mas ainda muito aquém de suportar todas as características de base associadas à ideia original (*on-demand, pay-per-use*) quando falamos de SaaS, principalmente quando falamos de plataformas verdadeiramente agnósticas à natureza dos serviços que se pretende fornecer.

3. Modelos de negócio

A exploração de um negócio de prestação de serviços, independentemente da natureza dos serviços e da área de atividade, pode contemplar múltiplas dimensões para valorizar os serviços prestados ao cliente. Em concreto, no contexto do fornecimento de serviços podem ser exigidas ao cliente final contrapartidas de diversas naturezas:

- **Custos de Aquisição:** custos de aquisição ou de subscrição de uma oferta de Serviços (cobrados uma única vez);
- **Custos de Manutenção:** custos associados à manutenção de uma subscrição de serviços, comumente designado por “custos de assinatura”;
- **Custos de Utilização:** custos associados à utilização efetiva de um serviço subscrito. Este encargo representa de forma objetiva o valor que é devido cobrar ao cliente resultante de uma utilização de um serviço.

Uma oferta comercial, além de agregar um “pacote” de serviços que representa o valor que está a ser proposto ao cliente final, tem que incluir complementarmente um “pacote” de preços, i.e., o conjunto de custos, franquias e limites definidos pelo operador para o conjunto de serviços propostos. Em resumo, **uma oferta comercial é a combinação de um plano de serviço com um plano de preços.**

Definir um modelo de negócio consiste fundamentalmente, mas não exclusivamente, em definir o modelo de custeio associado a cada tipo de oferta comercial. Como explicitado na secção anterior, a definição do

modelo de custeio para cada tipo de oferta comercial passa por definir se o operador pretende valorizar a adesão e/ou manutenção e/ou a utilização dos serviços no contexto de uma oferta, bem como a forma como o pretende fazer.

Ilustrando este conceito com uma oferta típica da indústria das telecomunicações, uma oferta comercial incluindo o serviço de voz e o serviço de SMS pode ser explorada comercialmente segundo estes modelos. Podemos de igual forma ilustrar este conceito com ofertas típicas da indústria de serviços de TI, ficando claro que sendo serviços de natureza diferente, continua a ser adequado e relevante o uso das dimensões clássicas de monetização de serviços – adesão, manutenção, utilização:

- **Oferta de Servidor Virtual à medida:**
 - Características: 100€ por cpu até ao máximo de 64 cpus, 20€ por 1GRAM até ao máximo 1T RAM, 1€ por 1G *Storage*;
 - Dimensões de monetização: *Fee* mensal função da capacidade contratada – **Modelo de Custo de Manutenção de Oferta ou Mensalidade ou Custo Recorrente**;
- **Oferta de Plataforma Computacional Pré-configurada:**
 - Características: 100€ por mês para um plataforma computacional do tipo 1; 150€ por mês para um plataforma do tipo 2; 20€ Mês BD *Oracle Enterprise Edition* (opcional); 50€ Mês Serviços de Alta Disponibilidade;
 - Dimensões de monetização: *fee* mensal – **Modelo de Custo de Manutenção de Oferta ou Mensalidade ou Custo Recorrente**;
- **Oferta de Aluguer de Capacidade Computacional:**
 - Características: 10€ por cpu/dia, 20€ por 1GRAM /dia, 1€ por 1G *Storage*/dia;
 - Dimensões de monetização: cliente subcreve a oferta e ganha meios para poder requisitar ou libertar *on demand* os itens computacionais discretos que necessita (cpu, ram, *storage*) e em alocar esses itens em ambientes computacionais segundo as suas necessidades concretas. Todos os dias são contabilizados, segundo regras de negócio definidas, os cpus, RAM e *Storage* usada e calculados os custos associados – **Modelo de Custo de Utilização de Serviços**;
- **Serviço de Processamento de Faturas:**
 - Características: 1€ por fatura processada;

- Dimensões de monetização: em cada ciclo de faturação é contabilizado o número de faturas processadas e calculados os custos associados – **Modelo de Custo de Utilização de Serviços**;
- **Serviço de Gestão de Equipas no Terreno:**
 - Características: até 500 Ordens de Trabalho/Mês – 500€, até 1000 Ordens de Trabalho/Mês – 1000€, acima de 1000 Ordens de Trabalho/Mês – 3000€;
 - Dimensões de monetização: o cliente subscrive a oferta e periodicamente (e.g., todos os dias) são contabilizadas as ordens de trabalho finalizadas com sucesso. No final do mês é debitado o valor correspondente ao patamar de consumo atingido – **Modelo de Custo de Utilização de Serviços**.

3.1. Modelo Pay-Per-Use

Inerente à definição de *Cloud Computing* está o conceito de *pay-per-use*. O modelo de *Cloud Computing* transporta eficiência e agilidade em duas perspetivas que são as faces de uma mesma moeda:

- Racionalização dinâmica dos recursos usados por um serviço: seja no modelo IaaS, PaaS ou SaaS, um serviço deve usar os recursos infraestruturais necessários para o fornecimento da “quantidade de serviço” requerida em cada momento, por oposição a modelos tradicionais onde a infraestrutura computacional é estática e dimensionada para os picos de capacidade esperados;
- Racionalização dinâmica dos custos associados a um serviço, seja no modelo IaaS, PaaS ou SaaS, os custos associados a um serviço devem estar ajustados ao uso concreto que um cliente faz de um serviço, i.e., ao valor objetivo que o serviço aporta ao cliente. Esta é a essência do modelo *pay-per-use*.

O modelo *pay-per-use* é apresentado como inovador no mundo dos serviços de TI por introduzir um modelo de monetização baseado em utilização para recursos computacionais (IaaS), um domínio onde este modelo não era utilizado, por oposição aos modelos de venda ou de aluguer de infraestrutura.

Sendo de facto uma novidade neste domínio, os modelos baseados em monetização de utilização são comuns e utilizados há várias décadas na indústria das telecomunicações, aplicados em serviços tão comuns como por exemplo a voz e o SMS.

À parte de ser um modelo ligado intrinsecamente à definição de *cloud*, a adequação deste modelo a *Cloud Services* terá sempre que ver com a natureza funcional

do serviço e com o padrão de utilização esperado, em concreto:

- Na ótica do fornecedor, o custo de prestar o serviço é diretamente proporcional ao seu volume de utilização;
- Na ótica do cliente (consumidor), o valor adquirido é diretamente proporcional ao volume de utilização do serviço.

Num domínio de serviço *cloud* aplica-se exatamente o mesmo racional, embora estes encargos possam ser fortemente condicionados pelos modelos de *deployment* escolhidos pelo fornecedor de serviços, em concreto:

- *Single Provider*: o fornecedor de serviços gere de forma integrada a camada de infraestrutura (IaaS) de plataforma de *software* (PaaS) e de *software* para o cliente final (SaaS). É o cenário puro de uma cadeia B2C, em que os custos para prestar serviços ao cliente final são influenciados fundamentalmente pelos custos de aquisição e manutenção da infraestrutura física e *software* de terceiros;
- *Multi Provider*: o fornecedor de serviços de *software* (SaaS) depende e integra outros fornecedores de serviços de plataforma e/ou de infraestrutura. É um cenário de B2B2C, em que o preço dos serviços para o cliente final será fortemente influenciado pelos custos dos serviços fornecidos pelos fornecedores integrados.

4. Arquitetura de Cloud Management

A arquitetura de *Cloud Management* preconizada está organizada em 5 macro blocos funcionais, conforme ilustrado na Figura 1. As secções seguintes descrevem estes blocos e os seus módulos constituintes.

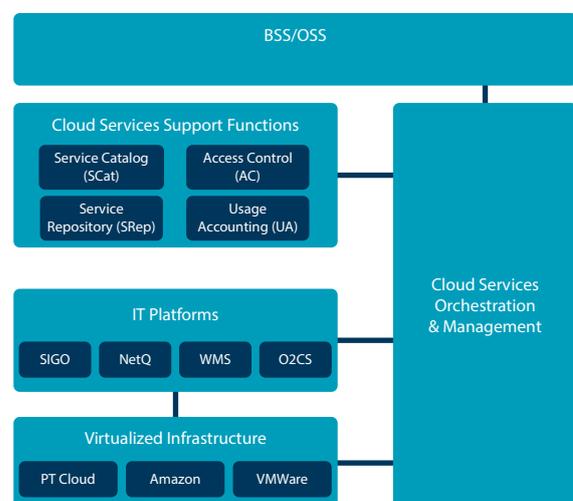


Figura 1 - Arquitetura Serviços cloud

4.1. OSS/BSS

Conforme o próprio nome sugere, o bloco OSS/BSS corresponde aos sistemas de suporte operacional e de negócio, respetivamente. Este bloco é responsável por 1) interagir com os clientes que pretendam subscrever serviços virtualizados e 2) por comunicar com a plataforma de gestão e orquestração dos serviços *cloud* (*Cloud Services Orchestration & Management*).

4.2. Cloud Services Support Functions

Este bloco da arquitetura agrega os módulos funcionais indispensáveis à disponibilização de um qualquer serviço numa plataforma *cloud*.

Service Catalog

O módulo *Service Catalog* (SCat) armazena ofertas comerciais SaaS que serão apresentadas aos clientes e disponibiliza uma API para as gerir. Para cada oferta comercial é armazenada informação de negócio e informação técnica relativa à forma como será efetuada a provisão. As ofertas comerciais armazenadas são constituídas por serviços disponibilizados pelas plataformas de TI virtualizadas, que por sua vez suportam a sua operação em componentes como bases de dados e servidores aplicativos, entre outros. No momento da aquisição por um cliente, a oferta comercial é instanciada num produto, que passa a ser armazenado e gerido pelo módulo *Service Repository* (SRep).

Além de um conjunto variado de propriedades da oferta e dos seus componentes, para as ofertas comerciais são registadas relações com outras ofertas, como por exemplo incompatibilidades, dependências, ou *upgrade paths*. O preço de uma oferta é modelado com base numa combinação de cinco componentes: *Usage Charge Specification*, *TopUp Specification*, *Allowance Specification*, *Recurring Charge Specification* e *Spending Limit Specification*; sendo que para cada uma destas podem existir variadas propriedades (e.g. para a *TopUp Specification* podem descrever-se uma periodicidade e canais possíveis para efetuar a recarga).

O SLA apresentado ao cliente é traduzido num conjunto de instruções ou medidas a fornecer a outro módulo, sendo essa informação guardada no SCat. Para cada serviço fornecido pelas plataformas de TI virtualizadas, é guardado no *Service Catalog* um manifesto XML que descreve tecnicamente a forma como estas e os seus componentes de suporte devem ser provisionados.

Service Repository

O módulo *Service Repository* (SRep) mantém os registos de todos os produtos (instanciações de ofertas comerciais constantes no SCat) existentes no sistema disponibilizando uma API para a sua gestão.

Cada produto é univocamente identificado no sistema e, no módulo SRep, caracterizado consoante: identificador do produto, identificador do cliente e da conta, identificador da oferta comercial instanciada, período de vida, identificador do plano de preços, SLA associados e conjunto de serviços e recursos lógicos e físicos alocados ao produto.

A gestão do módulo SRep compreende a inserção, atualização e eliminação de produtos e ainda a possibilidade de pesquisa por qualquer um dos atributos dos produtos.

Access Control

O *Access Control* (AC) é o módulo responsável pelas funcionalidades transversais de autenticação e autorização relativamente aos utilizadores, serviços e recursos. Inclui as funcionalidades de autenticação e autorização no acesso aos serviços *cloud* expostos, ou aplicações que consumam esses serviços – ponto central de autenticação. A par desta responsabilidade, inclui funções de *Identity and Access Management* por forma a servir como componente que gere o ciclo de vida das identidades digitais dos utilizadores, dos seus atributos, perfis e políticas de acesso. Finalmente, todas as funcionalidades encontram-se expostas através de serviços seguros.

Usage Accounting

Na arquitetura OSSaaS, o *Usage Accounting* (UA) é o módulo responsável por gerir políticas de execução/ utilização das instâncias de serviço subscritas pelo cliente. A gestão de utilização de serviços compreende as seguintes dimensões:

- Funcionalidades para coletar e processar, de forma centralizada e transversal, informação que traduz a utilização de serviços, para qualquer tipo de serviço e para todas as instâncias de serviço provisionadas, suportando distintas dimensões para a contabilização da utilização de serviços (por exemplo, a utilização de serviços do tipo A traduz-se em tempo e de serviços do tipo B em volume de informação processada);
- Funcionalidades para gerir, de forma centralizada e transversal, a execução das políticas de gestão de utilização, alimentadas e/ou despoletadas pela utilização dos serviços, sendo os seguintes exemplos paradigmáticos:
 - *Auditing* de execução de serviços: gestão do histórico de execução de serviços e de toda a informação associada, numa ótica de criação de uma base de evidências de prestação de serviço, relevante para múltiplos fins, como por exemplo os processos

de Gestão de Fraude e Garantia de Receita;

- Interação com *Charging*: funções que permitem a integração dos serviços com funções de *Charging*, implementando todos os modelos de interação necessários ao suporte dos modelos de monetização definidos para cada tipo e instância de serviço;
- Gestão de SLAs com impacto no âmbito de utilização e/ou pagamento: funções que permitem aferir o cumprimento dos níveis de serviços contratados por cada cliente, criar evidências do seu cumprimento e despolar as medidas preventivas e/ou corretivas necessárias para o *enforcement* de SLA.

4.3. Plataformas de TI

Este bloco corresponde às plataformas de TI que serão virtualizadas e disponibilizadas *as-a-Service*, expondo as funcionalidades das mesmas através de APIs. As plataformas virtualizadas podem ser, por exemplo, produtos tipicamente do segmento de OSSs (e.g. *Ticket-Management-as-a-Service*, *Test-and-Diagnosis-as-a-Service*, *NetQ*) ou da área de plataformas de controlo de rede (e.g. *Media-Server-as-a-Service*, *Charging-as-a-Service*).

4.4. Cloud Services Orchestration & Management

O bloco funcional *Cloud Services Orchestration & Management*, apresentado na Figura 2, é responsável por efetuar as atividades de gestão do ambiente *cloud* com o objetivo de assegurar o correto funcionamento do ecossistema.

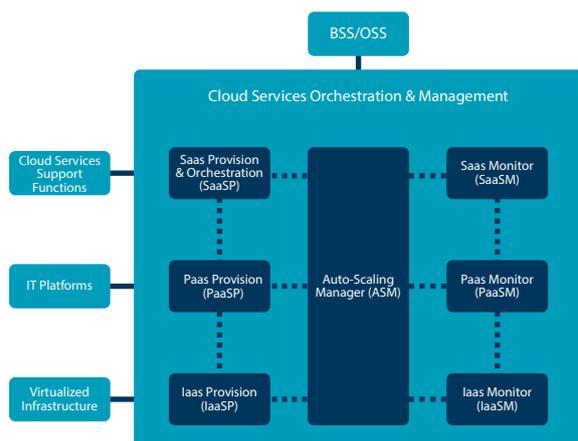


Figura 2 - Arquitetura *Cloud Services Orchestration & Management*

Deverá fundamentalmente permitir:

- Operacionalizar a instânciação (*deploy*) dos produtos (incluindo todos os seus componentes);

- Permitir que sejam monitorizados todos os componentes responsáveis pela operação do produto;
- Desencadear as medidas necessárias para satisfazer o SLA.

Foram identificados os seguintes módulos internos: *SaaS Provision & Orchestration* (SaaSP), *SaaS Monitor* (SaaS SM), *PaaS Provision* (PaaSP), *PaaS Monitor* (PaaS SM), *IaaS Provision* (IaaSP), *IaaS Monitor* (IaaS SM) e *Auto-Scaling Manager* (ASM) abaixo sucintamente descritos. Para simplificar a descrição da arquitetura, os módulos de provisionamento do nível SaaS, PaaS e IaaS foram agregados (secção "*SaaS, PaaS & IaaS Monitor*"). O mesmo procedimento foi utilizado para a descrição dos módulos de monitoria de cada um dos níveis (secção "*SaaS, PaaS & IaaS Monitor*").

SaaS, PaaS & IaaS Provision

O módulo *SaaS Provision & Orchestration* (SaaSP) tem como missão orquestrar e provisionar as aplicações necessárias à operação de um produto contratado (ou seja, de uma oferta comercial instanciada para um cliente).

Este módulo recebe do SCat um manifesto XML que descreve os vários serviços e os seus componentes de suporte a instanciar, bem como dependências e configurações a efetuar. O processo de provisionamento do ambiente processa-se em três etapas por cada componente: instânciação, configuração ao nível do serviço e configuração ao nível de utilização, ocorrendo estas etapas sequencialmente, e fornecendo cada etapa os mecanismos de acesso (*handles*) a usar na(s) etapa(s) sucessivas.

O módulo SaaSP usa uma arquitetura modular para evitar um acoplamento forte com provedores de PaaS ou IaaS específicos ou com especificidades dos seus mecanismos internos. Para tal, a interação com os PaaS e IaaS é feita através de *drivers*, que comunicam com uma API disponibilizada por estes. Esta opção arquitetural permite ainda que, usando vários *drivers*, o ambiente provisionado possa ser distribuído por diversos fornecedores heterogéneos, caso tal se justifique por motivos técnicos ou de negócio.

Para os casos em que tenha sido explicitamente guardada no SCat um conjunto de instruções ou medidas a fornecer aos provedores PaaS e IaaS para controlo de SLAs, estas ser-lhes-ão comunicadas durante o processo de provisionamento, desde que as respetivas APIs suportem a receção dessa informação.

Os módulos *PaaS/IaaS Provision* (PaaSP / IaaSP) são responsáveis por garantir a provisionamento automático de componentes de *software* (PaaS) e recursos computacionais, lógicos e físicos (IaaS) necessários ao suporte dos servi-

ços de SaaS. Tipicamente, o aprovisionamento ao nível do PaaS corresponde a servidores de aplicações, bases de dados, etc., e ao nível do IaaS a máquinas virtuais, máquinas físicas ou mesmo conectividade e equipamento de rede de um *data center*.

No modelo lógico da arquitetura, o módulo IaaSP encontra-se sob o módulo PaaS que, por sua vez, se encontra sob o módulo SaaSP. Cada um dos módulos disponibiliza uma API com vista a ser utilizada pelo módulo imediatamente acima.

Operacionalmente, perante a solicitação da provisão de um componente por parte do módulo SaaSP, o módulo PaaSP solicita ao módulo IaaSP os recursos necessários, prosseguindo para o arranque do componente.

SaaS, PaaS & IaaS Monitor

O módulo SaaS *Monitor* (SaaSM) tem como missão recolher e disponibilizar informação sobre o uso de recursos ao nível do SaaS.

Enquanto o PaaS/IaaS *Monitor* (PaaSM/IaaSM) conhece, por exemplo, informação ao nível dos componentes de *software* (e.g. estado de uma base de dados, estado do servidor aplicacional), carga de processador e ocupação de RAM, o SaaSM conhece informação ao nível da lógica do serviço (e.g. número de *tickets* introduzidos para o caso de um serviço de *Ticket-Management-as-a-Service*). Uma vez que essa informação constará das estruturas internas das diversas aplicações que providenciam os serviços incluídos na oferta comercial, é necessário que elas implementem APIs que o SaaSM possa interrogar. A informação recolhida de várias aplicações que suportam uma mesma oferta comercial pode depois ser consolidada para consulta pelo cliente.

Auto-Scaling Manager

O *Auto-Scaling Manager* (ASM) é responsável por reconfigurar automaticamente o serviço fornecido para cumprir os SLAs contratados com os clientes. A reconfiguração passa por aumentar ou reduzir o número de réplicas de cada componente ou recurso, ou aumentar ou reduzir as capacidades dos recursos.

Os procedimentos de *auto-scaling* podem ser divididos nas seguintes fases:

- **Deteção de problema:**
 - Eventos fornecidos pela *stack* de monitoria e que serão utilizados como *input* para as regras de *scaling* provisionadas (obtidas a partir do SCA para cada instância de serviço);
- **Causalidade do problema:**
 - Identificar a causalidade do problema através da análise (*root cause analysis*) dos eventos recebidos;

- **Resolução do problema:**
 - Decidir qual a solução mais apropriada para resolver o problema tendo em conta a sua causa. A solução pode passar por aumentar/diminuir os recursos na mesma máquina virtual (*vertical scaling*) ou aumentar/diminuir os recursos através da criação/*release* de máquinas virtuais (*horizontal scaling*).

4.5. Virtualized Infrastructure

As plataformas *cloud* a considerar no projeto OSSaaS para disponibilização de serviços de Infraestrutura (IaaS) e de Plataforma (PaaS) estão de acordo com as necessidades dos serviços a desenvolver. A seleção da plataforma deverá seguir um conjunto de critérios, sendo no entanto dada preferência à SmartCloudPT, caso disponibilize os requisitos necessários.

5. Processos Cloud Management

Esta secção descreve detalhadamente os três principais processos (provisão, monitoria e *scaling*) que exercitam a arquitetura de *cloud* apresentada neste artigo.

5.1. Provisão

O processo de provisão (Figura 3) consiste em alocar os recursos necessários para entregar os serviços subscritos pelo cliente.

Descrição sucinta do processo:

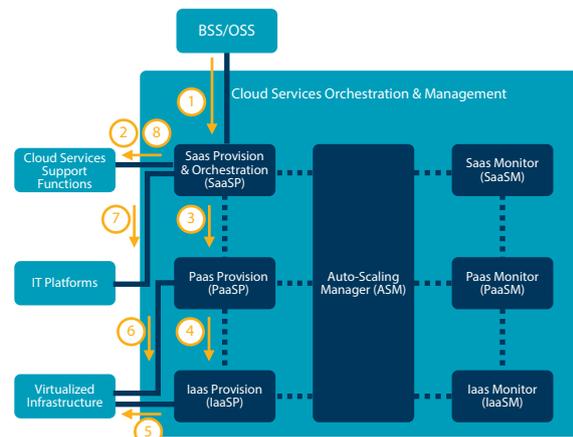


Figura 3 - Fluxo de Provisão

- 1) Cliente escolhe a subscrição de uma nova oferta. Portal *self care* cria o pedido do cliente, identificando a oferta comercial subscrita e todas as características de subscrição associadas, e solicita ao SaaSP a provisão da oferta subscrita;
- 2) SaaSP solicita ao SCat a identificação de todos os itens (e.g. VMs, DBs, *web servers*, ...) que de-

vem ser provisionados para o contexto de provisão em causa;

- 3) SaaS, recorrendo à informação fornecida pela SCat, solicita ao módulo PaaS o provisionamento de recursos PaaS (e.g. DBs, *web servers*, *app servers*) de suporte à nova oferta adquirida;
- 4) PaaS solicita provisão de infraestrutura (VMs) ao IaaS;
- 5) IaaS seleciona o *provider* IaaS mais adequado para instanciar as VMs (e.g. Cloud PT, Amazon, ...) e instancia a infraestrutura necessária;
- 6) PaaS acede às VMs instanciadas e instala componentes de *software*;
- 7) SaaS acede aos componentes de *software* do serviço e configura individualmente cada um deles;
- 8) Após a provisão ao nível SaaS estar concluída, é efetuado o registo de toda a informação relativa à instanciação da oferta adquirida, incluindo a identificação dos recursos SaaS, PaaS e IaaS e dos valores de SLAs contratados (SRep).

5.2. Monitoria

O processo de monitoria (Figura 4) consiste em recolher e analisar informação sobre a infraestrutura virtual (IaaS), componentes de *software* (PaaS) e serviço (SaaS).

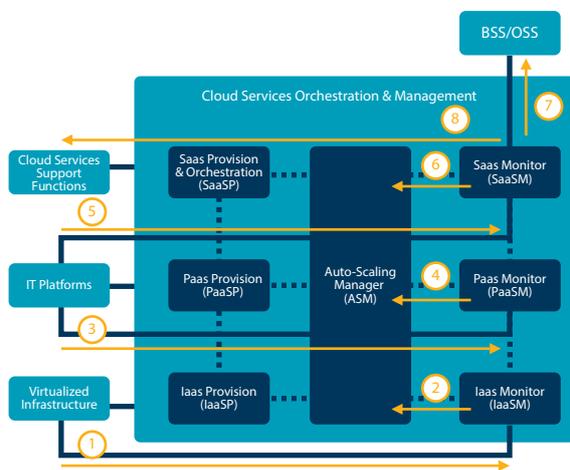


Figura 4 - Fluxo de Monitoria

Descrição sucinta do processo:

- 1) IaaSM recolhe informação de monitoria da infraestrutura virtualizada (e.g. ocupação do CPU);
- 2) IaaSM despoleta eventos de monitoria (e.g. CPU sobrecarregado) para o ASM quando os limites/regras configuradas forem ultrapassadas;
- 3) PaaSM recolhe informação de monitoria dos

componentes de *software* (e.g. tempo de resposta do *web server*);

- 4) PaaSM despoleta eventos de monitoria (e.g. respostas lentas do *web server*) para o ASM quando os limites/regras configuradas forem ultrapassadas;
- 5) SaaSM recolhe informação de monitorização dos serviços disponibilizados pelas plataformas de TI (e.g. tempo de inserção de um *ticket*, no caso do serviço de *Ticket Management*);
- 6) SaaSM despoleta eventos de monitoria (e.g. tempo de inserção de *tickets* demasiado lento, no caso do serviço de *Ticket Management*) para o ASM quando os limites/regras configuradas forem ultrapassadas;
- 7) SaaS disponibiliza ainda informação agregada sobre a *performance* dos serviços fornecidos pelas plataformas de TI aos OSSs;
- 8) SaaS fornece também informação de *accounting* da utilização dos serviços.

5.3. Scaling

O processo de *scaling* (Figura 5) analisa os eventos de monitoria recebidos e toma decisões acerca da maneira mais apropriada para reconfigurar o serviço, tendo em conta o SLA contratado com o cliente final.

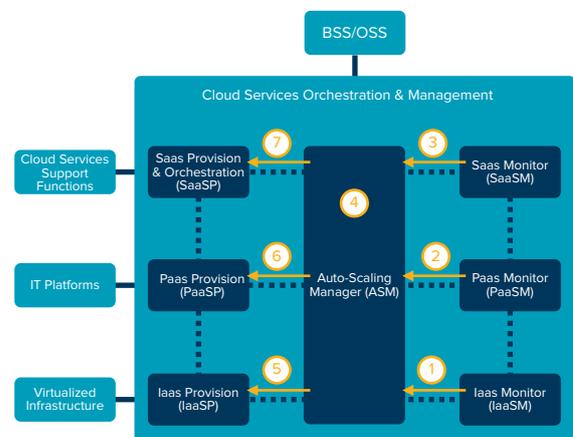


Figura 5 - Fluxo de Scaling

Descrição sucinta do processo:

- 1) ASM recolhe eventos de monitoria da infraestrutura (e.g. *overloaded CPU*);
- 2) ASM recolhe eventos de monitoria dos componentes de *software* constituintes do serviço (e.g. baixo tempo de resposta do *web server*);
- 3) ASM recolhe eventos de monitoria do serviço (e.g. tempo de inserção de *tickets* demasiado len-

to, no caso do serviço de *Ticket Management*);

4) Com base nos eventos de monitoria recebidos e no conjunto de regras configuradas para cada instância de serviço, o ASM irá decidir sobre qual a forma mais apropriada de atuar. A atuação pode ocorrer nos vários níveis da *stack* de *Cloud Orchestration & Management*:

- Atuar ao nível do provisionador de infraestrutura (sobre o IaaS) para, por exemplo, adicionar recursos adicionais às VMs (cenário de *vertical scaling*);
- Atuar ao nível do provisionador de componentes de *software* da plataforma IT (sobre o PaaS) para, por exemplo, instalar novos componentes de *software*. O PaaS será responsável por solicitar ao IaaS os recursos infraestruturais virtuais necessários para alojar os novos componentes de *software* que estão a ser instanciados (cenário de *horizontal scaling*);
- Atuar ao nível do provisionador de serviço (sobre o SaaS) para, por exemplo, adicionar uma nova instância do serviço. O SaaS será responsável por solicitar os componentes de *software* necessários ao PaaS, que por sua vez solicitará ao IaaS os recursos infraestruturais.

6. Projeto OSSaaS

Atualmente a PT Inovação apresenta uma oferta de OSS (*Operational Support Systems*) suportada em sistemas com domínios de responsabilidade bem definidos num enquadramento funcional mapeado no modelo de processos de negócio eTOM e no mapa aplicacional TAM. Esta matriz de responsabilidade funcional reflete-se em toda a cadeia de fornecimento, desde a identificação do portefólio de produtos e o desenvolvimento de sistemas, até ao modelo de comercialização de soluções a clientes. O elevado nível de maturidade e alinhamento com as melhores práticas de mercado garantiram aos OSSs da PT Inovação a certificação pelo TM Forum [2], tendo sido a primeira empresa mundial a ser certificada na Framework 12, que contempla a adesão a recomendações de processos e de modelos de informação.

O projeto de IDI OSSaaS tem o objetivo de definir uma plataforma para *deploy* de ofertas comerciais em modelo de serviço SaaS em *cloud* [1], ofertas essas baseadas nas funcionalidades dos OSSs da PT Inovação. Esta plataforma tem uma nova arquitetura caracterizada pela disponibilização aos clientes de capacidades *self-service on-demand*, permitindo que um consumidor possa unilateralmente proceder ao pedido de aprovisionamento de capacidades de serviço na *cloud* (neste

caso serviços típicos da área OSS), sem requerer a interação humana com o provedor dos serviços e possibilitando ao cliente a aquisição apenas dos serviços de que necessita, em vez de soluções completas como atualmente se impõe. Também permite a partilha de recursos entre vários clientes na mesma infraestrutura, e com capacidade de gestão e de operação centralizada, potenciando novos modelos de negócio, dos quais se podem enumerar: *Process Licence*; *Pay-per-use*; *Sub-contract O&M*.

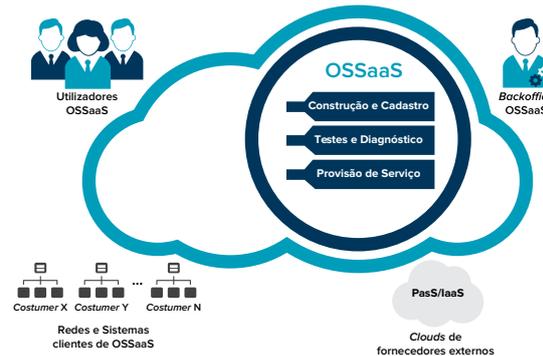


Figura 6 - Projeto OSSaaS

Quando equacionamos as diferenças entre a abordagem não *cloud* de oferta comercial de um produto versionado e fechado, *versus* a oferta de funcionalidades na forma de serviços em *cloud*, surgem dois aspetos especialmente relevantes e relacionados com os processos acima descritos de provisão, monitoria e *scaling*.

A forma de reserva e utilização dos recursos de infraestrutura de *hardware* (servidores com determinadas características de *cpu*, memória e disco) e de *software* (e.g. bases de dados, servidores, *web*, etc.).

Repare-se que enquanto no primeiro caso, o dos produtos fechados, temos tipicamente *hardware* dedicado ao produto de um só cliente, no segundo caso os recursos a este nível de infraestrutura são partilhados por vários clientes.

No caso do projeto OSSaaS, estes recursos de nível IaaS e PaaS em que as ofertas são suportadas são fornecidos por *providers* externos, pelo que a rentabilidade comercial das ofertas disponibilizadas está dependente, entre outros fatores, do custo da subcontratação destes recursos. Este fator tem como impacto na plataforma a necessidade de processos de monitoria rigorosa da utilização de recursos e de adequar o conjunto de recursos contratados à efetiva utilização dos serviços por processos de *scaling*.

O outro aspeto é o processo de provisão das ofertas que são adquiridas pelos clientes de forma autónoma no OSSaaS Portal que permite a exploração das ofertas comerciais e o seu *self-provisioning*.

Esta característica é suportada no processo de provisão automática que acontece após os novos ou atuais clientes consultarem as ofertas disponíveis e efetuarem as suas escolhas e a sua parametrização. Esta autonomia na aquisição dos serviços a utilizar prolonga-se também ao longo da vida do cliente OSSaaS por disponibilizar informações sobre os SLAs contratados e medidas de utilização dos serviços, em particular sobre as métricas que são sujeitas a cobrança.

Do ponto de vista dos modelos de negócio, o modelo *pay-per-use* é aplicável e adequado se conseguir definir critérios que transportem para a utilização o valor entregue ao cliente, por exemplo:

- **Serviços de Projeto, Construção e Cadastro:**
 - Neste domínio de atividade o valor para o cliente final está relacionado fundamentalmente com o número de projetos de construção de rede e número de elementos de rede geridos, i.e., quando maior for este número, maior é o valor dos serviços para o cliente final;
 - Neste contexto, fará sentido usar estes atributos (número de projetos, número de elementos de rede geridos) como medidas de utilização destes serviços para aplicar o modelo *pay-per-use*, ou seja, o valor a pagar pela utilização dos serviços deve ser uma função destas variáveis;
- **Serviços de Provisão/Serviços de Gestão de Problemas:**
 - Nestes domínios de atividade, o valor para o cliente final está relacionado fundamentalmente com o número pedidos de provisão/número de incidentes processados;
 - Neste contexto, fará sentido usar este atributo (número de pedidos de provisão/número de incidentes) como medida de utilização destes serviços para aplicar o modelo *pay-per-use*;
- **Serviços de Gestão de Qualidade de Serviço:**
 - Neste domínio de atividade o valor para o

cliente final está relacionado fundamentalmente com o número de instâncias de serviço de telecomunicações e de elementos de rede geridos, i.e., quando maior for este número, maior é o valor dos serviços para o cliente final;

- Neste contexto, fará sentido usar estes atributos (número de instâncias de serviço de telecomunicações e de elementos de rede geridos) como medidas de utilização destes serviços para aplicar o modelo *pay-per-use*;

7. Considerações Finais

Conforme é amplamente conhecido, o paradigma de *cloud* veio introduzir uma evolução significativa na entrega, consumo e cobrança de serviços. Na perspetiva dos fornecedores de serviços, permite que estes otimizem os seus recursos infraestruturais através da partilha do *hardware* por diversos clientes, aumenta significativamente os níveis de automatização no fornecimento dos serviços e potencia o surgimento de novos modelos de negócio. Também para os consumidores as vantagens são evidentes, agilizando bastante a subscrição e a utilização de serviços, e permitindo a cobrança da “quantidade de serviço” que é efetivamente consumida.

Contudo, para que estas vantagens sejam de facto uma realidade no dia a dia para os vários *stakeholders* envolvidos, vários desafios têm ainda que ser endereçados, nomeadamente a automatização dos procedimentos de gestão e a adoção de novos modelos de negócio baseados na utilização dos serviços – conceito habitualmente designado por *Utility Computing*.

Neste enquadramento desafiante, a PT Inovação tem vindo a preparar-se para esta nova realidade através da participação ativa em vários projetos de IDI, nacionais e internacionais, que nos possibilitem enquanto organização preparar o futuro dos nossos produtos para este paradigma. O sucinto trabalho apresentado neste artigo é o resultado de um longo trabalho de análise e especificação de uma arquitetura para serviços *cloud* que, apesar de ainda não estar num nível de maturidade ótima, já se encontra em níveis muito interessantes para poder ser exercitada com plataformas da PT Inovação.

Referências

- [1] NIST, National Institute of Standards and Technology, “The NIST Definition of Cloud Computing,” [Online]. Available: <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>.
- [2] <http://www.tforum.org>

FUNÇÕES DE REDE COMO UM SERVIÇO



João Soares
(PT Inovação)



Bruno Parreira
(PT Inovação)



Miguel Dias
(PT Inovação)



Jorge Carapinha
(PT Inovação)

RESUMO

A virtualização de funções de rede (NFV – *Network Functions Virtualisation*) tem estado no centro das atenções dos operadores e da indústria nos últimos tempos. A redução de custos é frequentemente apontada como o grande incentivo para a adoção da tecnologia, todavia, o potencial do NFV vai muito para lá desse aspeto e promete constituir um fator de inovação e diferenciação para os operadores de telecomunicações num futuro próximo, nomeadamente através do conceito de VNFaaS (*Virtual Network Functions as a Service*). Este artigo começa por apresentar o conceito de VNFaaS e o possível impacto para o negócio dos operadores e descreve em seguida o demonstrador Cloud4NFV, desenvolvido na PT Inovação.

PALAVRAS-CHAVE

NFV, VNF, VNFaaS, SDN



1. Introdução

virtualização de funções de rede (*Network Functions Virtualisation*, ou NFV) tem sido nos últimos tempos um dos focos da atenção da indústria e dos operadores. O NFV permite migrar funções da rede de *hardware* proprietário para plataformas virtualizadas em servidores *standard* e usá-las numa lógica semelhante à *cloud* – consumo de recursos “a pedido”, *self-service*, rápida elasticidade.

Em muitos casos, o NFV pode ser simplesmente uma forma de, mantendo inalterada a lógica da função de rede e os seus interfaces externos, automatizar o *deployment* e flexibilizar a gestão do ciclo de vida, seguindo o paradigma da *cloud*. Se mais razões não houvesse, essa já seria, só por si, um atrativo bastante para os operadores, tendo em conta as vantagens potenciais - redução de custos (em CAPEX e OPEX), maior eficiência operacional, redução do *time-to-market*, menor dependência dos fabricantes.

No entanto, o impacto potencial do NFV pode ser mais profundo. O tema deste artigo é um dos casos de uso do NFV com grande potencial do ponto de vista do negócio dos operadores, em particular no setor empresarial e corporativo – a oferta de funções de rede como um serviço, “*Virtual Network Functions as a Service*”, ou VNFaaS. O artigo apresenta a plataforma Cloud4NFV, em desenvolvimento pela PT Inovação, que pode ser vista como uma primeira aproximação a uma plataforma NFV, e que permite demonstrar o conceito de VNFaaS.

As próximas secções seguem a seguinte estrutura: a secção 2 faz uma descrição genérica do estado da arte do NFV e aborda o VNFaaS como um caso de uso. A secção 3 apresenta a plataforma Cloud4NFV, nas suas diversas componentes. A secção 4 descreve os planos de evolução da plataforma. Finalmente, a secção 5 sintetiza as principais conclusões do artigo.

2. Estado da arte – NFV e VNFaaS

Em diversos contextos e sob diversas formas, técnicas de virtualização têm sido utilizadas nas redes dos operadores. Contudo, até há pouco tempo, a virtualização de funções de rede sobre plataformas computacionais *standard* era vista como um tema exploratório, pouco maduro para ser posto em prática em ambientes de produção nas redes dos operadores.

Com os avanços das tecnologias de virtualização, tanto

em termos de desempenho como de fiabilidade, e sobretudo com o rápido crescimento do fenómeno *cloud*, o tema passou a ser visto com outros olhos por parte da indústria e dos operadores.

Em finais de 2012, a iniciativa NFV [1], inicialmente liderada por um conjunto de operadores e pouco depois materializada na criação de um grupo de especificação (ISG) do ETSI, constituiu um marco fundamental para que o tema tenha ganho a preponderância que tem hoje no seio da indústria.

O NFV representa um ponto de viragem na forma de planejar, construir, gerir e manter uma rede. O NFV advoga a virtualização das funções de rede e, não menos importante, a migração para *hardware standard*, geralmente designado por “*Commercial off-the-shelf*” (COTS).

Destas transformações pode resultar um conjunto de inovações significativas:

- *Software* e *hardware* passam a ser independentes e a evoluir separadamente;
- O ciclo de vida das funções de rede é automatizado, numa lógica análoga à da *cloud* para o domínio das TI;
- A operação da rede torna-se muito mais flexível e dinâmica, tirando partido da desmaterialização dos recursos de rede.

2.1. Arquitetura ETSI NFV

O ETSI NFV ISG tem sido responsável pela especificação da arquitetura NFV e dos seus blocos funcionais. Embora outros organismos de normalização tenham tido também um papel de relevo em algumas áreas específicas, tem cabido ao ETSI a responsabilidade de dar o principal impulso com vista à criação de um conjunto de especificações que possam servir de base ao desenvolvimento da tecnologia.

Neste contexto, é particularmente relevante a especificação inicial da arquitetura NFV, cuja primeira versão foi publicada em outubro de 2013 [2].

Uma descrição detalhada da arquitetura NFV ultrapassa o âmbito deste artigo. Esta secção apresenta os blocos funcionais básicos e descreve de forma muito sucinta o papel desempenhado por cada um deles.

A Figura 1 apresenta a arquitetura ETSI NFV. As cores azul, verde e amarela, distinguem os três blocos funcio-

nais básicos, respetivamente:

- **Funções de rede virtualizadas (Virtual Network Functions, ou VNF):** implementação em *software* de cada função de rede, com o correspondente sistema de gestão (*Element Management System*);
- **Infraestrutura NFV (NFVI):** conjunto dos recursos físicos e virtualizados em que assentam as VNFs. Inclui recursos de computação, *storage* e rede;
- **Gestão e Orquestração NFV:** conjunto de funções relacionadas com a orquestração e a gestão do ciclo de vida das VNFs e dos recursos virtualizados que lhes dão suporte.

Também incluído na figura, mas não como elemento específico da arquitetura NFV, o módulo OSS/BSS desempenha o papel tradicional dos sistemas de suporte às operações e ao negócio, agora num ambiente NFV.

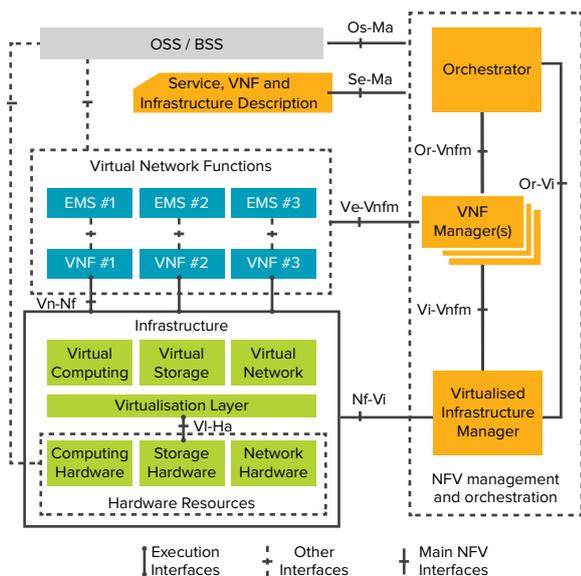


Figura 1 - Arquitetura ETSI NFV

Mais à frente, é feita uma análise sobre a materialização destes blocos na plataforma Cloud4NFV.

2.2. VNFaaS

Em princípio, qualquer função de rede é potencial candidata a ser migrada para uma plataforma NFV. No entanto, na prática esta transição não é trivial – em muitos casos, questões de desempenho, fiabilidade e escalabilidade constituem obstáculos, pelo menos numa fase inicial. Naturalmente, a relação custo/benefício acabará por ditar quais as funções de rede melhor posicionadas para fazer esta transição. Neste contexto, as funções de

edge típicas em redes empresariais (e.g. NAT, *firewall*, *load balancing*, DPI), suportadas por CPE (*Customer Premises Equipment*) ou em equipamento específico (as chamadas *middleboxes*) surgem como uma das mais interessantes áreas de aplicação do conceito de NFV. Não só a redução de custo (tanto em CAPEX como em OPEX) pode ser muito significativa, uma vez que é multiplicada por um número potencialmente elevado de clientes, como o operador passa a poder oferecer aos seus clientes um conjunto de serviços inovadores, tirando partido da virtualização de recursos.

2.3. Caso de uso: CPE virtual

Nas redes empresariais, o CPE representa a fronteira entre os domínios do cliente e do operador. Um conjunto diversificado de funcionalidades como NAT, DPI, balanceamento de carga ou *firewall* são geralmente executadas no CPE, ou em *appliances* específicas (habitualmente designadas por *middleboxes*) que constituem uma parte cada vez mais significativa da infraestrutura das redes empresariais [3].

Este tipo de funções é hoje executado em plataformas de *hardware* especializadas e a sua evolução está totalmente dependente dos respetivos fabricantes. Por outro lado, a sua operação e gestão constitui geralmente um problema, quer essa responsabilidade esteja do lado do operador, quer esteja do lado do cliente.

Neste cenário, o conceito de VNFaaS, através do caso de uso vCPE (*virtual CPE*), proporciona uma redefinição da relação de negócio entre os operadores e os seus clientes: em vez de *appliances* físicas, o operador passa a fornecer funções de rede numa base “*on-demand*”, com vantagens claras para os dois lados - redução de custos (OPEX/CAPEX), dimensionamento de recursos à medida (*pay-as-you-grow*), fácil gestão e manutenção.

2.4. Service Chaining

Em cenários de coexistência de múltiplas funções de rede, é importante definir a sequência, ou encadeamento (*chaining*) dessas funções. Por exemplo, se num determinado ponto da rede atuarem quatro funções – encriptação, NAT, *firewall* e inspeção de tráfego (DPI) – a ordem pela qual estas funções são executadas não é obviamente indiferente. Tradicionalmente, a forma como as diversas funções de rede se interligam está rigidamente associada à topologia da rede, pelo que o encadeamento das funções é fixado à partida. Alterações à topologia requerem um procedimento manual complexo e, por este motivo, é tradicionalmente difícil automatizar a introdução de novos serviços ou a reconfiguração de serviços ativos. Pelo contrário, numa rede baseada em recursos virtualizados, a separação entre topologia e infraestrutura permite ultrapassar esta

rigidez. Assim, associando a funcionalidade de *Service Function Chaining* (SFC) com o controlo do ciclo de vida das funções de rede, é possível automatizar o processo de criação, reconfiguração e eliminação de funções de rede, dando aos utilizadores a possibilidade de usarem o serviço numa lógica de *self-service*.

O SFC é assim em larga medida um problema novo, que pode ser visto como acessório do problema mais genérico do aprovisionamento e controlo dinâmico de funções de rede virtualizadas. Com o objetivo de lhe dar resposta, o IETF estabeleceu em dezembro de 2013 o *Working Group* “sfc” dedicado ao tema [4].

3. Plataforma Cloud4NFV

3.1. Enquadramento

A plataforma Cloud4NFV pretende ser um *enabler* para demonstrar o conceito de NFV, embora não esteja estritamente limitado à gestão de funções de rede. Nesta secção salientamos as principais funcionalidades da plataforma e apresentamos algum detalhe de arquitetura e implementação.

As funcionalidades mais relevantes da plataforma são:

- Aprovisionamento, configuração e gestão do ciclo de vida (instanciação, configuração, terminação) automatizado de serviços (i.e. VNFs);
- Exposição das funcionalidades de instanciação, configuração, reconfiguração, monitoria, e terminação de serviços;
- Gestão integrada e otimização de recursos WAN e *cloud/IT* de suporte aos serviços;
- Suporte de *chaining* de funções.

A plataforma segue as principais diretivas definidas pelo ETSI NFV ISG em termos de arquitetura, pelo que a terminologia está coerente com a definida pelo ETSI, tal como é representada na Figura 1. Os três módulos principais são: *Orchestrator*; *VNF Manager(s)* – um por serviço; e *Virtual Infrastructure Manager(s)* (VIMs). O módulo “*Service, VNF and Infrastructure description*” presente na arquitetura ETSI representada na Figura 1, encontra-se atualmente disperso pelo *Orchestrator* e *VNF Manager(s)*, sendo expectável que evolua para uma entidade separada.

Por fim, é de notar a existência de um módulo adicional, *Service Layer*, onde se encontram os serviços expostos ao cliente. Neste caso específico, o serviço exposto é o de VNFaaS, e é materializado apenas num portal *web* de cliente. É de salientar ainda que são expostos mais dois serviços sobre a plataforma, um de *Infrastructure-as-a-Service*, e um de *VPN-as-a-Service*. O primeiro é um serviço tradicional de IaaS, enquanto o segundo

oferece ao cliente a possibilidade de criar e gerir redes privadas virtuais entre os seus *sites* e recursos de *cloud*. No entanto, no contexto deste artigo, o foco é o serviço de VNFaaS.

3.2. Portal de cliente VNFaaS

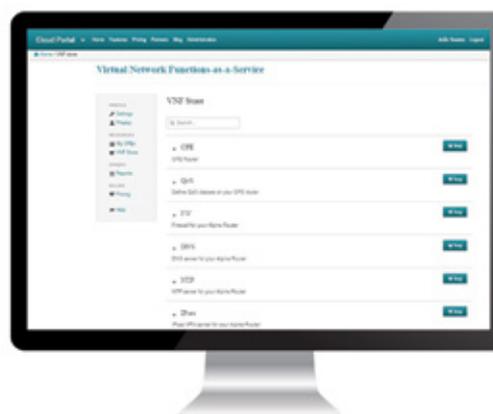


Figura 2 - Portal de cliente VNFaaS

No portal VNFaaS o cliente tem à sua disposição um conjunto de serviços de rede disponíveis. Na versão atual, o vCPE é um caso particular, uma vez que é sobre ele que todos os outros serviços podem ser instanciados. Ou seja, o cliente deve começar por comprar um vCPE, que traz um conjunto básico de funcionalidades (e.g. *routing*, DHCP, NAT) e só depois outras funções ou serviços podem ser acrescentados.

O portal está dividido em duas partes: na primeira o cliente tem acesso à informação sobre os seus *sites* e pode visualizar todas as funções de rede que estão associadas a cada *site*, sendo aqui também possível remover uma determinada VNF; na segunda, intitulada *VNF Store*, o cliente tem acesso a todas as VNFs disponibilizadas pelo operador.

Na *VNF Store*, o cliente tem acesso à informação sobre cada função. Ao realizar a compra de determinadas funções, poderá ser necessário introduzir informação para melhor especificar as características da função – por exemplo, associar um nome, ou, no caso de um NAS (*Network-Attached Storage*) especificar a capacidade de armazenamento. Por fim, o pedido de uma função pode ser feito *on-demand* (i.e. no momento) ou através de agendamento (i.e. em data e hora definidas).

3.3. Orchestrator

O *Orchestrator* é responsável pela orquestração e gestão de alto nível dos recursos e serviços disponibilizados pela plataforma. Deve salientar-se que o *Orchestrator* realiza os serviços através de um modelo de delegação, pedindo recursos aos vários gestores de

infraestrutura (VIM) em nome do cliente final.

No caso da plataforma Cloud4NFV, esta componente expõe serviços de IaaS, VPNaaS e NFV (mais especificamente, CPEs virtuais). Sendo esta componente transversal a todas ofertas, os vários serviços podem ser interligados de modo transparente ou explícito.

A arquitetura do *Orchestrator*, composta por cinco módulos e uma base de dados, pode ser visualizada na Figura 3.

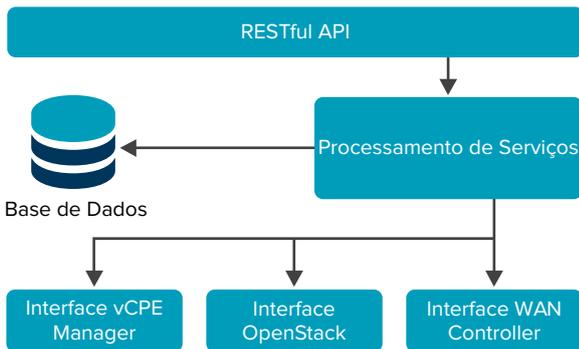


Figura 3 - Orchestrator

- **RESTful API** - A RESTful API é a interface de serviço do módulo e é através desta que podem ser submetidos os pedidos de serviços.
- **Base de dados** - A base de dados é um módulo de suporte às funções do *Orchestrator*. A informação guardada na base de dados está dividida em duas áreas: a informação completa sobre os serviços provisionados e a informação de alto nível sobre a infraestrutura que é necessária para a criação e gestão dos serviços.
- **Processamento de Serviços** - Este módulo compreende toda a lógica necessária para a criação e gestão de serviços na plataforma. De modo a poder fazer uma seleção das infraestruturas a utilizar na criação de recursos, este acede à informação armazenada na base de dados e posteriormente utiliza as várias interfaces disponíveis para a criação dos mesmos.
- **Interfaces** - Para comunicar com outros componentes existentes da plataforma Cloud4NFV, o *Orchestrator* utiliza várias interfaces. Atualmente existem três interfaces: a interface com um controlador WAN para pedir recursos na rede do operador (e.g. instanciar VPNs); a interface com um controlador de *cloud* IaaS (no nosso caso, a plataforma OpenStack [5]) para pedir recursos de IaaS nas diferentes localizações - *data center* centralizado ou então num dos vários PoPs; e a interface com o *vCPE Manager* que é utilizada para sinalizar novos serviços de modo a que

este possa posteriormente realizar a gestão da função.

3.4. VNF Manager

O *VNF Manager*, *vCPE Manager* neste caso específico, é responsável pela gestão do ciclo de vida das funções de CPE. Apesar de só existir um *vCPE Manager* a participar na gestão dos vCPEs, é possível ter outras instâncias a correr lado a lado sem prejuízo para os serviços.

Na Figura 4 está representada a arquitetura do *vCPE Manager*.

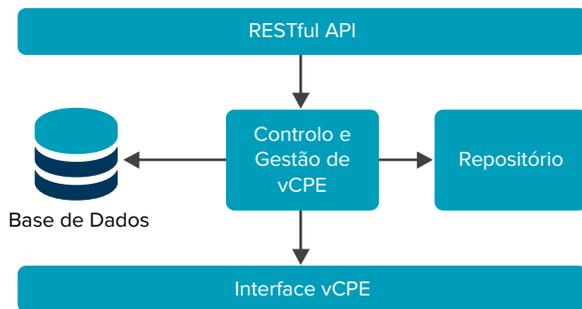


Figura 4 - vCPE Manager

Este é composto por quatro módulos e uma base de dados:

- **RESTful API** - A RESTful API do *vCPE Manager* expõe as funcionalidades inerentes à gestão de funções, além de permitir o registo de novos vCPEs. Este registo acontece na fase final de provisionamento de uma nova função de CPE, em que o *Orchestrator*, após instanciar os recursos de infraestrutura necessários, informa assim o *vCPE Manager* da localização e das credenciais a utilizar para aceder à função.
- **Base de dados** - A base de dados, tal como no *Orchestrator*, é um módulo de suporte ao *vCPE Manager*. A informação armazenada está dividida em duas áreas: informação de registo de vCPEs e informação de suporte à instalação de aplicações no vCPE, por exemplo, mapeamento das receitas no repositório.
- **Controlo e Gestão de vCPE** - Este módulo é responsável pela instalação de aplicações sobre o vCPE e permite também automatizar operações no vCPE. Para isso, recorre aos documentos contidos no repositório que contêm a descrição de operações a realizar.
- **Repositório** - O Repositório é realizado através de uma base de dados de documentos. Cada documento aqui armazenado tem uma descrição dos requisitos necessários para cada uma

das funções do vCPE. Estes requisitos podem ser comandos, aplicações ou ficheiros de configuração necessários ao aprovisionamento das várias funções.

- **Interfaces** - A interface entre o vCPE *Manager* e os vários vCPEs está assente numa rede privada que é utilizada para a gestão das funções. Esta interface permite várias funcionalidades, tais como: carregar ficheiros de configuração, instalar programas localizados em repositórios e enviar comandos.

3.5. Gestão de infraestrutura virtual

A gestão da infraestrutura virtual recai sobre duas entidades: controlador WAN e controlador IaaS. Considera-se que existe um controlador IaaS por *data center* ou PoP, recaindo a implementação deste sobre a plataforma OpenStack. Existe um único controlador WAN, o que garante à plataforma uma visão unificada do domínio de rede que liga *data centers*, PoPs e *sites* de cliente. A implementação deste elemento foi feita para esse propósito.

3.6. Cenário de demonstração - vCPE

O caso de uso do vCPE pressupõe que o cliente possui um acordo pré-estabelecido com o operador, o qual garante uma ligação através da rede de acesso do operador, entre um ponto de presença NFVI (NFVI-PoP) e um equipamento de rede situado no *site* do cliente. O operador disponibiliza um portal VNFAAS, acessível via Internet, onde cada cliente tem acesso à informação sobre os seus *sites* registados. É a partir do portal VNFAAS que o cliente interage com o sistema e realiza a compra de funções de rede. A Figura 5 ilustra o cenário de demonstração.

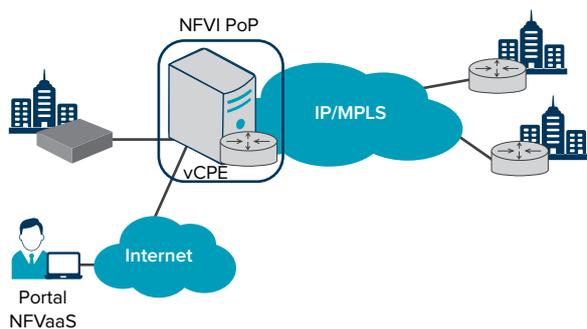


Figura 5 - Cenário de demonstração vCPE

No caso de uso do vCPE, é obrigatória a existência de um vCPE base associado ao respetivo *site* antes de realizar a compra de funções de rede adicionais.

Ao realizar a compra do vCPE, este é instanciado no NFVI-PoP mais próximo do *site* do cliente. O vCPE base é composto por um pacote básico de funções de rede,

que inclui DHCP, NAT e protocolos de *routing*, e por um portal de gestão interno, sendo este disponibilizado ao cliente através do portal VNFAAS.

É neste portal que o cliente faz a gestão de todas as funções de rede. Logo que o vCPE base esteja funcional, o cliente pode comprar funções de rede avançadas, tais como: *firewall*, serviço de VPN, serviço de NAS (*Network Attached Storage*), serviço de videoconferência, etc., utilizando para isso o portal VNFAAS. Todas as funções compradas pelo cliente ficam disponíveis para configuração no portal de gestão do vCPE.

Deve notar-se que um vCPE pode coexistir com CPEs convencionais num mesmo domínio de rede empresarial, tal como ilustra a Figura 5. Isto significa que a transição para uma solução baseada em NFV não tem que ser disruptiva, nem implicar uma mudança radical no modelo tradicional de serviços empresariais oferecidos pelos operadores.

4. Perspetivas de evolução

A evolução na definição do conceito de NFV, bem como as iniciativas internas PT e a participação em projetos colaborativos internacionais nas áreas SDN e NFV (nomeadamente, T-NOVA [6], MCN [7]) vão contribuir para uma constante atualização da plataforma apresentada neste artigo. Por um lado, pretendemos garantir o alinhamento com o trabalho em curso no ETSI. Por outro, estão a ser feitos desenvolvimentos internos para integração com mecanismos de gestão da rede WAN baseados em *Software Defined Networking* (SDN), bem como para uma maior flexibilidade na definição de *chains*.

4.1. Integração de SDN na WAN

Está prevista a integração de uma rede SDN baseada em *switches OpenFlow* num modelo *overlay* utilizando VPNs IP/MPLS. Para controlar os *switches OpenFlow* localizados nos pontos de acesso à VPN está a ser utilizado a plataforma OpenDayLight [8]. Olhando para a arquitetura, a principal alteração que esta evolução implica é a integração da plataforma OpenDayLight no WAN Controller. Espera-se que esta evolução permita estender algumas das funcionalidades já existentes e possibilite oferecer aos clientes um controlo ainda mais dinâmico sobre as suas redes privadas.

4.2. Service Chaining

Atualmente a definição de *chains* não está disponível para o cliente, sendo apenas possível fazer a definição internamente na plataforma. Pretendemos que a plataforma evolua no sentido de permitir a definição de *chains* dinâmicas por parte do cliente. É de salientar que a funcionalidade resulta de um desenvolvimento interno

sobre as plataformas OpenStack e OpenDaylight.

5. Conclusão

É hoje claro que as tecnologias de virtualização vão ter um papel fundamental na evolução das redes dos operadores nos próximos anos.

Sobretudo com o lançamento da iniciativa NFV do ETSI e a especificação inicial da respetiva arquitetura, o tema ganhou uma notoriedade que seria difícil de prever há não muito tempo.

As vantagens que o NFV pode oferecer são múltiplas e variadas. Embora a redução de custos seja a vantagem mais imediata, a desmaterialização dos recursos de rede abre caminho a que o paradigma “*as-a-Service*” possa ser aplicado no domínio das redes de telecomunicações, proporcionando uma oferta de serviços numa

lógica semelhante à *cloud* – serviços “a pedido”, auto-provisionados e elásticos.

O SDN, outra grande tendência emergente, pode desempenhar neste contexto um papel complementar importante, ao permitir dotar a rede de características de dinamismo e elasticidade, essenciais para tirar partido das vantagens da virtualização dos recursos de rede.

Este artigo apresentou a plataforma Cloud4NFV, que permite demonstrar o conceito de VNFaaS e a sua aplicação em ambientes de serviços de rede empresariais. Esta plataforma é um “*work in progress*” que se pretende evoluir com o desenvolvimento de novas funcionalidades. Os próximos passos deverão ir no sentido de procurar um crescente alinhamento com a arquitetura ETSI NFV, uma maior integração SDN/NFV e a inclusão de novas funcionalidades, com destaque para o *Service Function Chaining*.

Referências

- [1] ETSI NFV - Network Functions Virtualisation, <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/nfv>.
- [2] ETSI NFV, ETSI GS NFV 002 v1.1.1, “Network Functions Virtualisation (NFV) Architectural Framework”, Outubro 2013.
- [3] J. Sherry, S. Hasan, C. Scott, A. Krishnamurthy, S. Ratnasamy, V. Sekar, “Making Middleboxes Someone Else’s Problem: Network Processing as a Cloud Service”, <https://www.eecs.berkeley.edu/~sylvia/papers/fp150-sherry.pdf>.
- [4] IETF Service Function Chaining (sfc) WG, <https://datatracker.ietf.org/wg/sfc/charter/>.
- [5] OpenStack Open Source Cloud Computing Software, <http://www.openstack.org/>.
- [6] T-NOVA Network Functions as a Service over Virtualised Infrastructures, <http://www.t-nova.eu/>.
- [7] MCN, Mobile Cloud Networking, <http://www.mobile-cloud-networking.eu>.
- [8] OpenDaylight, <http://www.opendaylight.org/>.

NFV & SDN: ARQUITETURAS DE REDES EMERGENTES



Fernando Bastos
(PT Inovação)



Jorge Carapinha
(PT Inovação)



Mário Rui Costa
(PT Inovação)



Pedro Neves
(PT Inovação)



Rui Calé
(PT Inovação)

RESUMO

Existem atualmente dois movimentos que estão a definir a evolução a curto/médio prazo das arquiteturas de rede e dos mecanismos de gestão, nomeadamente, o ETSI NFV (*Network Functions Virtualization*), responsável pela virtualização dos elementos de rede, e o ONF SDN (*Software-Defined Networking*), responsável pela programabilidade da rede.

Este artigo apresenta estes dois movimentos, descrevendo os novos paradigmas de arquitetura de rede que estes preconizam, a sua complementaridade e o seu impacto nas operações e negócio da indústria dos serviços de comunicação.

PALAVRAS-CHAVE

NFV, SDN, OSS, Virtualização, *Cloud*, *As-a-Service*, *Pay-per-use*



1. Introdução

Cloud Computing traduz um novo paradigma de computação no qual as funcionalidades das TI são fornecidas *as-a-Service* a partir de *Data Centers* (DC) (normalmente) de média/elevada capacidade. Tecnicamente, a *cloud* representa uma infraestrutura computacional virtualizada, com escalabilidade dinâmica, tolerância a falhas, permanentemente disponível e com garantias de entrega *on-demand* dos serviços, fomentando um modelo de negócio *pay-per-use*. Este modelo de computação é atualmente uma realidade e já se encontra em exploração comercial por diversos fornecedores de serviços através da disponibilização de serviços TI no formato IaaS, PaaS e SaaS.

As “ondas de choque” produzidas por este novo paradigma estendem-se muito para além do domínio das TIs, impactando fortemente a área das telecomunicações numa fase em que estas se encontram altamente pressionadas devido à redução das suas margens de lucro. Assim, a “onda” da virtualização promete “inundar” também os operadores de telecomunicações, permitindo que estes reduzam custos operacionais e de investimento, aumentem e agilizem o seu portefólio de serviços e, mais importante ainda, estabeleçam parcerias estratégicas com outros fornecedores de serviços, como por exemplo, e sobretudo, os OTTs, através da exposição de capacidades de controlo da rede, que aos dias de hoje são usadas exclusivamente nos serviços de telecomunicações do operador.

Para que possam “navegar esta onda de mudança”, os operadores terão que evoluir significativamente a arquitetura da sua rede, os seus mecanismos de gestão e, simultaneamente, o seu negócio. Existem atualmente dois movimentos que estão a definir a evolução a curto/médio prazo das arquiteturas de rede e dos mecanismos de gestão, nomeadamente, o ETSI NFV (*Network Functions Virtualization*) [1] [2], responsável pela normalização da virtualização dos elementos de rede, e o ONF SDN [3] (*Software-Defined Networking*), responsável pela normalização da programabilidade da rede.

Este artigo apresenta estes dois movimentos, descrevendo os novos paradigmas de arquitetura de rede que estes preconizam, a sua complementaridade e o seu impacto nas operações e negócio da indústria dos serviços de telecomunicações.

2. Network Functions Virtualization

2.1. Princípios

A “virtualização de funções de rede” (*Network Functions Virtualization* - NFV) tem como conceito base a migração de funcionalidades de rede (p. ex. DPI, CDN, CPE), tradicionalmente oferecidas através de *hardware* dedicado/*appliances*, para infraestruturas IT virtualizadas, nas quais as mesmas são disponibilizadas como componentes de *software* (ver Figura 1).

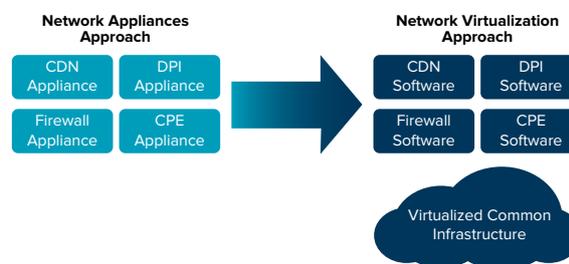


Figura 1 - Evolução NFV

A utilização de infraestrutura IT (comum) virtualizada para alojar as funções de rede (NFs) permite aos operadores reduzirem os seus investimentos (CAPEX) em *hardware* dedicado. Simultaneamente, para além da disponibilização das funções de rede em infraestrutura IT virtualizada, este paradigma contempla também a utilização de mecanismos de gestão totalmente automatizados, característicos dos ambientes *cloud*, permitindo assim ganhos relevantes do ponto de vista operacional (OPEX) para os operadores. Ainda como resultado da automatização e simplificação dos processos de gestão, tornar-se-á também mais simples, flexível e mais rápido (*on-demand*) para os operadores agilizarem novos negócios, em modelo *pay-per-use*, através da disponibilização de novos serviços baseados nas suas funções de rede tradicionais (p. ex. disponibilização de funções de rede como um serviço a *3rd parties*).

2.2. Descrição da arquitetura

No sentido de definir um conjunto de requisitos e uma arquitetura comum para endereçar o tema da “virtualização das funções de rede”, o organismo de normalização ETSI lançou um grupo de especificação de *guidelines* de referência designado *Network Functions Virtualization* (NFV) [4] [5]. Nas próximas duas secções deste artigo são sucintamente apresentadas a arquitetura NFV,

incluindo o seu modelo de informação, e os procedimentos de gestão associados à mesma, respetivamente.

Arquitetura funcional

A *framework* definida pelo NFV baseia-se num modelo de informação de onde destacamos as seguintes entidades:

- **PNF (Physical Network Function):** função de rede *deployed* em infraestrutura física dedicada;
- **VNF (Virtual Network Function):** função de rede *deployed* em infraestrutura virtualizada;
- **VNFC (VNF Component):** componente de *software* de uma VNF. Uma VNF é constituída por um ou mais VNFCs. Cada VNFC é *deployed* numa *Virtual Machine* (VM);
- **NS (Network Service):** serviço de rede exposto pela arquitetura ETSI NFV MANO (*Management & Orchestration*) aos OSSs. Cada NS é composto por uma ou mais VNF, podendo também ser constituído por funções de rede não virtualizadas (PNFs);
- **VL (Virtual Links):** descritor com informação sobre os *links* de redes virtuais que interligam as várias VNFs (no contexto de um NS), ou que interligam os vários VNFCs (no contexto de uma VNF);
- **VNFFG (VNF Forwarding Graph):** descritor com informação da interconexão das várias VNFs (e/ou PNFs) que compõem um NS, incluindo os *Virtual Links*;
- **NFP (Network Forwarding Path):** descritor com informação do caminho (portos/IPs) que os pacotes devem percorrer; cada VNFFG tem um ou mais NFPs associados;
- **VNFD (VNF Descriptor):** descritor com informação da VNF, nomeadamente, VNFCs, *deployment scripts*, políticas de *scaling*, métricas de

performance, etc.;

- **NSD (NS Descriptor):** descritor com informação do NS, nomeadamente, VNFs e PNFs constituintes, VNFFGs, políticas de *scaling*, métricas de *performance*, etc.

A Figura 2 ilustra sucintamente este modelo de informação.

A Figura 3 apresenta a arquitetura resultante do grupo de especificação ETSI NFV.

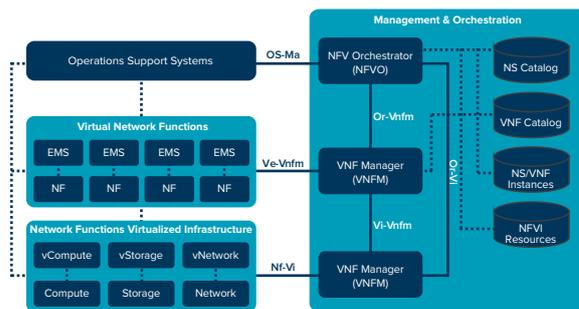


Figura 3 - Arquitetura ETSI NFV

O **NFVI (Network Functions Virtualized Infrastructure)** corresponde ao segmento da infraestrutura, mais concretamente os recursos físicos computacionais, de armazenamento e de *networking*. Inclui ainda a camada de virtualização e os recursos (computacionais, armazenamento e *networking*) virtualizados.

Sobre a camada NFVI encontra-se a camada das **VNFs (Virtual Network Functions)**, que corresponde à implementação em *software* das funções de rede (NFs) preparadas para *deployment* na NFVI. É também nesta camada que se encontra o *software* responsável pela gestão básica da NF (EMS – *Element Management System*).

O terceiro bloco da arquitetura NFV corresponde ao **MANO (Management & Orchestration)**, responsável pela orquestração e gestão do ciclo de vida dos NSs, VNFs e recursos virtualizados. Internamente, o MANO é composto pelo NFVO (NFV *Orchestrator*), VNFM (VNF *Manager*) e VIM (*Virtualized Infrastructure Manager*).

O **NFVO** é o ponto de contacto da arquitetura NFV com o exterior, através da interação com os sistemas de gestão operacional/negócio (OSS/BSS). É este elemento que, por exemplo, recebe, através dos OSSs, pedidos de subscrição de NSs efetuados pelos clientes. É o único elemento do MANO que possui uma visão holística dos NSs e, portanto, apresenta como principal função gerir o ciclo de vida dos mesmos. Uma vez que os NSs são constituídos por VNFs, VLs e, possivelmente, PNFs, o NFVO utiliza o *NS Catalog* para decompor o NS nestes elementos. Embora tenha conhecimento das VNFs que compõem o NS, a gestão do ciclo de vida da VNF

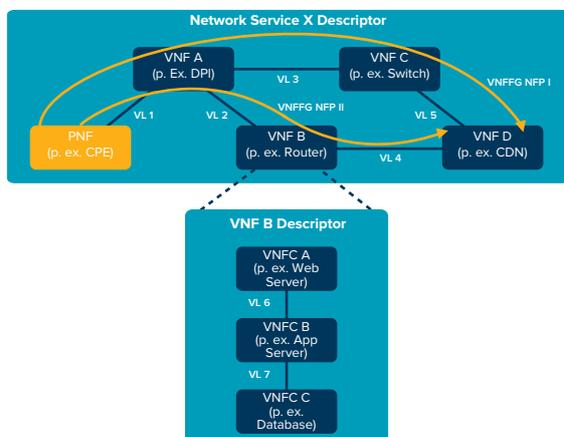


Figura 2 - Modelo de Informação NFV

é delegado ao VNFM. Relativamente aos VFs que interligam as VNFs do NS, a sua gestão é feita inteiramente pelo NFVO. Para além de gerir os *links* virtuais (VFs), o NFVO é também responsável pela gestão dos recursos computacionais e de armazenamento virtualizados, utilizando para isso o repositório *NFVI Resources*.

Relativamente ao **VNFM**, este é responsável pela gestão do ciclo de vida das VNFs, incluindo o *deployment*, instanciação, configuração, supervisão, *scaling* e terminação das mesmas. Utiliza o *VNF Catalog* para obter informação específica de cada VNF.

Por último, o **VIM** gere a comunicação com as infraestruturas virtualizadas (NFVI-PoP), podendo estas ser centralizadas ou distribuídas geograficamente em vários DCs.

Padrão de funcionamento

O funcionamento da *framework* NFV baseia-se num conjunto de procedimentos genéricos (p. ex., *on-boarding*, instanciação, supervisão, *scaling*, terminação) que sustentam a gestão do ciclo de vida dos NSs (e das VNFs associadas).

O processo de *on-boarding*, também conhecido como *deployment*, diz respeito à submissão de uma VNF ou de um NS para a *framework* MANO. Mais concretamente, este processo pressupõe o *upload* do *VNF Descriptor* (e da imagem de *software* da VNF) e do *NS Descriptor* para o *VNF Catalog* e para o *NS Catalog*, respetivamente. Depois deste processo estar terminado, o NFVO tem capacidade para lançar novas instâncias das VNFs e dos NSs de acordo com as solicitações dos OSSs.

O processo de **instanciação**, sinteticamente ilustrado na Figura 4, representa a provisão e configuração de uma nova instância de um NS (e das VNFs constituintes do mesmo). No exemplo ilustrado na Figura 4, como resultado da subscrição do NS X pelo cliente, é solicitado pelos OSSs a instanciação deste serviço ao NFVO (*step 1*). O NFVO, através de consulta ao *NS Catalog*, decompõe o NS X nas VNFs constituintes (VNFs A, B, C e D) e solicita ao VNFM a instanciação das mesmas (*step 2*). O VNFM identifica para cada VNF, através de consulta ao *VNF Catalog*, os VNFCs/VMs constituintes, os recursos (computacionais, armazenamento e *networking*) necessários e a localização geográfica preferencial pretendida para o posicionamento da VNF. Seguidamente, o VNFM solicita ao NFVO, e este solicita ao VIM, a instanciação dos recursos virtuais necessários na infraestrutura virtualizada (*step 3*) (este é um dos possíveis cenários, sendo também possível a interação direta entre o VNFM e o VIM). Importa salientar que é da responsabilidade do NFVO identificar o(s) NFVI-PoP(s) mais apropriado(s) para alocar os recursos para a VNF (através de consulta ao repositório *NFVI Resources*). Depois de instanciados os recursos virtuais para cada VNF e

efetuada a configuração das mesmas, o NFVO dá início à instanciação e configuração dos *links* virtuais (VFs) que irão interligar as VNFs e, como resultado, compor o NS X final (*step 4*). Finalmente, é terminado o processo de instanciação através de um *acknowledgment* enviado pelo NFVO aos OSSs (*step 5*).

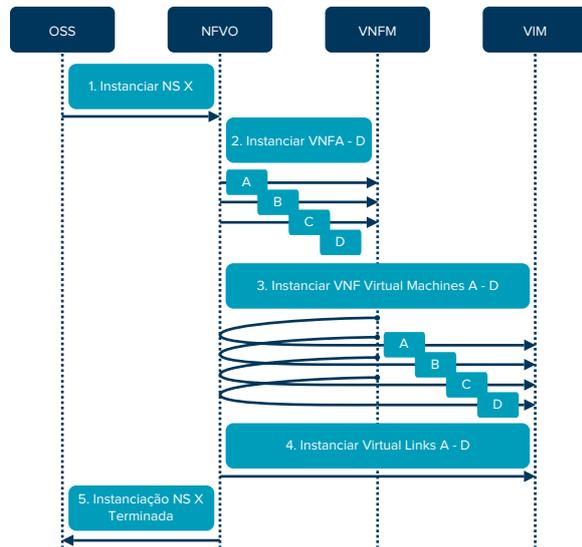


Figura 4 - Procedimento Instanciação NS

Depois de instanciado, o NS necessita de ser supervisionado para que seja assegurado o cumprimento dos SLAs negociados com o cliente. O processo de **supervisão** do NS contempla a monitoria de KPIs relacionados com cada uma das VNFs em particular (responsabilidade do VNFM), onde se enquadra a monitoria dos recursos virtuais em utilização pela VNF (p. ex. CPU, memória e armazenamento) e também a monitoria de parâmetros específicos de funcionamento da VNF (p. ex. para o caso de um DPI, o número de pacotes inspecionados por unidade de tempo). Adicionalmente, para que o NS seja supervisionado fim-a-fim, é necessário analisar também a *performance* dos *links* virtuais que interligam as VNFs, bem como parâmetros específicos do NS. Devido às características deste tipo de monitoria requerer uma visão holística do NS, é da responsabilidade do NFVO recolher e analisar esta informação.

Outro processo bastante importante é o **scaling**, podendo este ser dividido em:

- **Horizontal:** aumento (*scale-out*) ou diminuição (*scale-in*) de recursos virtuais (computação, memória, armazenamento e *networking*) em VMs distintas;
- **Vertical:** aumento (*scale-up*) ou diminuição (*scale-down*) de recursos virtuais (computação, memória, armazenamento e *networking*) na mesma VM.

Num primeiro momento, para qualquer um dos procedimentos de *scaling* acima referidos, é efetuada a recolha de métricas de *performance* conforme descrito no processo de supervisão. Seguidamente, a informação de *performance* recolhida é analisada de acordo com as políticas de *scaling* configuradas para cada VNF e para cada NS, localizadas no *VNF Catalog* e no *NS Catalog*, respetivamente. Se for detetada alguma insuficiência na prestação da VNF ou do NS, é despoletado o terceiro momento do *scaling*: a atuação (novamente de acordo com as políticas definidas nos catálogos). A atuação pode ocorrer a dois níveis distintos:

- **VNF:** corresponde ao aumento ou diminuição de recursos virtuais da VNF, sendo este processo de *scaling* transparente para o NS, isto é, não é necessário reconfigurar o NS. Este processo é coordenado pelo VNFM;
- **NS:** corresponde ao aumento ou diminuição da capacidade dos *links* virtuais que interligam as VNFs constituintes do NS. Pode ainda significar a duplicação ou eliminação de uma VNF para satisfazer o SLA do NS, a alteração da localização da VNF instanciada, ou também a alteração dos limites das VNFs (no que diz respeito ao número de VMs que suportam a função de rede). Este processo é coordenado centralmente pelo NFVO.

Por último, o procedimento de **terminação** do NS diz respeito à libertação das VNFs constituintes do NS e dos recursos virtuais associados. Este procedimento implica também a libertação dos *links* virtuais (VLs) que interligam as VNFs.

2.3. Desafios

Apesar das vantagens inerentes à virtualização de funções de rede, existe um conjunto de barreiras que é fundamental ultrapassar para que este paradigma se torne uma realidade. Esta secção apresenta algumas dessas barreiras.

Funções de rede a virtualizar

Um dos principais dilemas que os fornecedores de funções de rede enfrentam neste momento é decidir quais as funções de rede que devem ser virtualizadas numa primeira fase. Conforme referido anteriormente, as principais vantagens associadas à virtualização são i) os ganhos económicos relacionados com a utilização e partilha de *hardware* comum, e ii) os ganhos relacionados com a automatização e a simplificação da gestão do ciclo de vida dos elementos.

Conceptualmente, qualquer elemento de rede pode ser virtualizado, sejam elementos do domínio da gestão operacional/negócio OSS/BSS (p. ex. plataformas de monitoria, plataformas de *charging*), plataformas de ser-

viços (p. ex. IMS, SEC), elementos da rede de transporte (p. ex. *routers* MPLS, *switches* Ethernet), elementos da rede de acesso móvel/fixa (p. ex. DPI, EPC, eNB, BRAS) e/ou elementos de rede presentes nas instalações dos clientes (p. ex. CPE).

Contudo, do ponto de vista prático, os elementos com maiores probabilidades de serem virtualizados são aqueles que i) não tenham dependências de *hardware* específico, ii) apresentem uma elevada volatilidade dos recursos, iii) permitam a partilha de recursos infraestruturais (*multi-tenancy*) e iv) possuam uma quantidade de instâncias bastante elevada. Assim sendo, os HGW e os CPEs são os elementos que têm suscitado maior interesse (e PoCs) na comunidade NFV, bem como as plataformas IMS e as funções de controlo EPC. No sentido contrário, os *routers* MPLS, *switches* Ethernet e *gateways* de pacotes são elementos cujo processo de virtualização poderá ser mais desafiante.

Infraestrutura cloud distribuída

A maior parte dos serviços que não estão ligados ao “mundo telco”, podem ser centralizados num pequeno número de DCs. No “mundo telco”, devido aos elevados requisitos de latência e alta disponibilidade, os serviços de rede devem ser instanciados em pontos estratégicos ao longo de toda a rede do operador (p. ex. rede de transporte, acesso e cliente).

Exemplificando, serviços *delay-sensitive* do plano de controlo, como é o caso das plataformas de *online-charging*, em que a centralização destas funções em locais remotos pode colocar em causa o correto funcionamento do serviço, resultará na atualização tardia do saldo de um cliente da rede móvel. Outro exemplo, agora na perspetiva do plano de dados, é o caso de serviços que necessitem de analisar os pacotes de dados em tempo real, como por exemplo o DPI. É necessário acautelar a localização destas funções para que os pacotes de dados não tenham que percorrer distâncias muito grandes, atrasando a entrega dos mesmos.

Assim sendo, é fundamental que a arquitetura NFV tenha capacidade para identificar a localização mais apropriada para posicionar os elementos virtualizados de acordo com i) as características do NS (e das VNFs constituintes), ii) o SLA contratado e iii) os recursos infraestruturais disponíveis em cada NFVI-PoP e no segmento WAN que interliga os mesmos.

Automatização da gestão de serviços

No paradigma NFV, os serviços passarão a ser maioritariamente compostos por funções de rede independentes do *hardware*, permitindo assim uma gestão mais simples e rápida dos mesmos. Por exemplo, neste novo paradigma, a instanciação de um NS será um processo totalmente automatizado, contrariamente ao que acon-

tece atualmente em que várias equipes necessitam de estar envolvidas na instanciação dos serviços. Para atingir estes automatismos, a *framework* NFV deve ser *catalog-driven* e permitir o *upload* de descritores com informação sobre os NSs e as VNFs. É com base nestes descritores – que contêm, entre outros, os recursos necessários para a entrega do serviço, SLAs associados, características das VMs, *scripts* de *deployment* e políticas de *scaling* – que os processos de gestão de ciclo de vida dos serviços serão automatizados.

Suporte multi-vendor

Tendo em conta a multiplicidade de funções de rede virtualizadas (VNFs) que irão ser disponibilizadas, é fundamental que a *framework* NFV seja capaz de interagir com vários fornecedores através de APIs abertas. De igual forma, também serão vários os fornecedores de infraestrutura virtualizada (NFVI-PoPs) e, portanto, também nesta perspetiva é necessário que as plataformas NFV sejam multi-vendor.

Orquestração de VNFs e PNFs

Os NSs geridos pelas plataformas NFV serão compostos por funções virtualizadas (VNFs) e, inevitavelmente, por funções não virtualizadas (PNFs). Por exemplo, os VNFFGs que forem carregados (*uploaded*) durante o processo de *on-boarding* do NS, poderão ser compostos por PNFs e VNFs. Assim, a plataforma NFV deverá ser capaz de gerir de forma integrada e harmoniosa o ciclo de vida de serviços compostos por estes elementos. Isto é, para além dos procedimentos de gestão associados às VNFs (p. ex. instanciação e configuração), será também fundamental suportar a configuração das PNFs constituintes do NS, bem como dos *links* de rede (virtual ou não virtual) que interliguem as funções (VNFs – VNFs, VNFs – PNFs e PNFs – PNFs) entre si.

Automatização da configuração da rede

A estrutura interna das VNFs é bastante complexa, sendo composta por múltiplas VMs e com elevada propensão para dinamicamente alterar a sua estrutura de acordo com as necessidades (p. ex. *scaling* para satisfazer requisitos de tráfego). Utilizar procedimentos tradicionais de configuração de rede (LAN e WAN) para interligar todas as VMs é altamente complexo e ineficiente. Logo, a plataforma NFV deve ter a capacidade para definir políticas automáticas de configuração de rede e fornecer as mesmas a plataformas de programabilidade da rede, como por exemplo plataformas SDN (*Software Defined Networking*). Estas, por sua vez, serão responsáveis por automatizar e abstrair a complexidade da configuração da rede (LAN e WAN) de acordo com as necessidades em cada instante.

Performance da infraestrutura virtual

Por último, uma preocupação fundamental para que este paradigma seja adotado está relacionada com a *performance* e fiabilidade da infraestrutura virtual.

Até ao momento, a infraestrutura virtual tem sido utilizada pelo “mundo IT” (IT *Cloud*), o qual é caracterizado por não apresentar requisitos de fiabilidade muito exigentes. Exige-se tipicamente a um sistema desta natureza uma disponibilidade mínima de 99,9%. No mundo das telecomunicações é comum a exigência de “cinco noves”, ou seja 99,999%. Esta diferença aparentemente pequena obriga os sistemas à complexidade adicional das arquiteturas de alta disponibilidade.

Além disso, a “Telco Cloud” irá alojar funções de rede virtualizadas com requisitos de *performance* bastante exigentes, como por exemplo, latências baixas e *throughputs* elevados, de forma consistente e controlada. Logo, é previsível que os fornecedores de plataformas de virtualização estejam a trabalhar na melhoria das mesmas para que consigam satisfazer os requisitos colocados pelos serviços de rede.

3. Software Defined Networking

Software Defined Networking (SDN) é outro conceito emergente a que tem sido dado grande relevo nos últimos tempos por parte da indústria e dos operadores. Embora o SDN apareça muitas vezes referido em conjunto com NFV, e a utilização combinada permita aumentar o valor das duas tecnologias (como veremos na secção seguinte), a verdade é que as tecnologias SDN e NFV devem ser vistas de forma independente.

Contrariamente ao NFV, o SDN teve a sua génese no meio académico, nos Estados Unidos da América. Com o aparecimento dos primeiros projetos experimentais à volta do protocolo OpenFlow, em 2008, o tema passa a ganhar alguma visibilidade, inicialmente na comunidade académica, depois na indústria. É sobretudo com o crescimento acelerado do fenómeno da *cloud* que as limitações das tecnologias de rede tradicionais se tornam evidentes, principalmente (mas não exclusivamente) dentro dos *data centers*. O problema está sobretudo relacionado com novos requisitos associados à virtualização, envolvendo dinamismo, elasticidade e mobilidade de recursos. O SDN começa então a ser visto como solução para contornar estes novos desafios.

A arquitetura SDN está representada na Figura 5. O conceito de SDN pode ser sintetizado em três princípios fundamentais:

- **Separação entre os planos de controlo e de transporte:** Ao contrário das redes IP tradicionais, em que os planos de controlo e transporte estão verticalmente integrados em cada

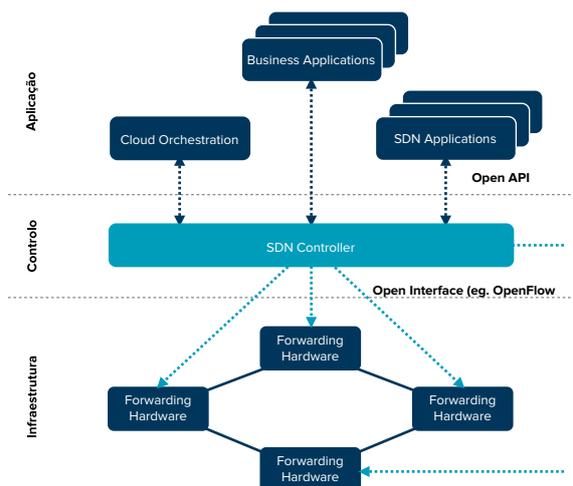


Figura 5 - Arquitetura SDN

elemento de rede individual, o SDN advoga a separação desses dois planos, mantendo-se o plano de transporte nos nós de rede (que são por isso consideravelmente mais simples do que os atuais equipamentos de rede) e passando o controlo para uma entidade superior, geralmente designada por controlador SDN.

- **Controlo logicamente centralizado:** em contraste com as redes atuais, em que a inteligência da rede está fragmentada por um número potencialmente elevado de nós, a centralização do plano de controlo permite que decisões possam ser tomadas de forma ágil, com base numa perspetiva ampla dos recursos da rede e em resposta a eventos ou a alteração das condições da rede. Por razões de escalabilidade, a centralização absoluta pode não ser uma solução adequada em todos os casos, pelo que modelos hierárquicos ou parcialmente distribuídos estão previstos.
- **Abstração dos recursos de rede:** o controlador SDN oferece uma abstração dos recursos da rede à camada de aplicação através de uma API, o que permite que a rede possa ser programável de forma independente das características da infraestrutura, com ganhos em termos de portabilidade entre diferentes fabricantes e custos operacionais (já que a configuração separada de um número potencialmente elevado de dispositivos deixa de ser necessária).

Para os operadores, as oportunidades que o SDN oferece são múltiplas e variadas. Desde logo, a redução de custos – por um lado, por via da “comoditização” dos equipamentos de rede; por outro lado, através de uma significativa agilização dos processos de operação da rede. Não menos importante, a separação entre a inteligência da rede e a infraestrutura, e o estabelecimen-

to de APIs abertas, tendem a favorecer a inovação, em contraste com as soluções de rede proprietárias e monolíticas, dominadas por um número limitado de fabricantes, que hoje predominam na rede dos operadores.

O SDN tem ganho terreno sobretudo nas redes dos *data centers*, onde os desafios colocados pela virtualização são mais complexos e difíceis de enfrentar com as soluções de rede tradicionais. No entanto, a tendência será para o SDN ocupar um lugar de destaque nos diversos segmentos de rede, incluindo rede de acesso, rede WAN e redes empresariais.

A transição para o SDN não será trivial e terá que enfrentar desafios consideráveis. Um deles, já referido, é a escalabilidade do controlador SDN, o preço a pagar pelas vantagens de centralizar o plano de controlo. Por outro lado, a centralização de funções contraria uma das ideias base do modelo IP: a sobrevivência da rede à ocorrência de uma falha em qualquer nó específico da rede.

4. Sinergias NFV/SDN

Como foi referido anteriormente, NFV e SDN não são dependentes entre si e podem existir separadamente. No entanto, há uma forte complementaridade e sinergias claras que podem ser exploradas da implementação combinada das duas tecnologias. A relação entre NFV e SDN é multifacetada e pode ser analisada de vários ângulos em diversos cenários.

Do ponto de vista do NFV, o SDN representa a capacidade de dotar o controlo da rede do dinamismo requerido pela virtualização de recursos. O SDN permite ainda abstrair as características da infraestrutura de rede para as camadas superiores, fornecendo APIs que simplificam os processos de aprovisionamento e favorecem a interoperabilidade. Serviços de rede passam a poder ser definidos e aprovisionados através de portais de *self-service*, em questão de minutos, em vez de dias ou semanas como acontece atualmente com os serviços de rede tradicionais.

Na perspetiva inversa, o NFV fornece, através da virtualização dos recursos de rede, a elasticidade e a agilidade necessárias para rapidamente ajustar a capacidade e a localização física dos recursos às necessidades variáveis dos seus utilizadores e a fácil integração de novas funções ou alterações às funções existentes, sem impacto no *hardware* subjacente.

Por exemplo, do ponto de vista do NFV, a interação com um *SDN Controller* torna mais simples e direta a provisão das conectividades de rede necessárias para um novo *Network Service*, enquanto do ponto de vista do SDN, os *SDN Controllers* beneficiam da possibilidade de escalar da forma automática que lhe é oferecida pela Virtualização de Funções de Rede.

Para os operadores, a combinação de NFV com SDN permite transformar a rede numa infraestrutura flexível, adaptável, ágil e poderosa, com as vantagens daí decorrentes em termos de custos operacionais e incremento da capacidade de inovação e diferenciação.

5. Integração com processos de gestão operacional e de negócio (OSS/BSS)

Na perspetiva dos processos de gestão, NFV e SDN apresentam novos domínios tecnológicos que um *Service Provider* pode usar para entregar serviços aos seus clientes.

Neste sentido, as novas arquiteturas de serviço introduzidas pelos paradigmas NFV e SDN apresentam novos requisitos de gestão aos *Service Providers* e requerem que estes preparem os seus processos de gestão para integrar estas novas arquiteturas de serviço.

A integração de novas tecnologias de rede “tradicional” no passado acarretava a adequação transversal dos processos existentes para a gestão das operações, desde o planeamento, projeto e construção de rede, catalogação e inventariação dos recursos de rede e serviços, provisão, supervisão de falhas, supervisão de *performance*, gestão de problemas técnicos, etc.

De facto, integrar uma nova rede, como por exemplo a rede GPON, representava ser-se capaz de gerir todo o ciclo de vida dos novos tipos de sistemas de telecomunicações e plataformas de serviços, bem como dos serviços que o conjunto destes sistemas é capaz de suportar em conjunto e da conectividade necessária ao seu funcionamento.

O surgimento dos paradigmas NFV e SDN, não alterando drasticamente a essência deste processo, apresenta novos requisitos. No essencial, tal como descrito nos capítulos anteriores, o NFV introduz uma arquitetura de serviço mais evoluída onde a associação dos serviços de telecomunicações suportados face aos recursos infraestruturais que os suportam/disponibilizam (sejam recursos computacionais virtuais, sejam recursos de rede virtuais para interligação dos recursos computacionais) é gerida exclusivamente pela arquitetura NFV MANO (*Management & Orchestration*) [5]. Desta característica resulta como impacto que, para os OSS atuais, uma arquitetura MANO apresenta-se como um conjunto de API's que, por um lado, fornece todas as funcionalidades necessárias para gerir o ciclo de vida dos serviços e que, por outro lado, fornece uma abstração completa sobre a forma como esses serviços são suportados por recursos virtualizados.

Para o SDN estamos perante a mesma realidade, um elemento como o SDN *Controller* expõe um conjunto de API's para gestão do ciclo de vida dos serviços de telecomunicações que suporta, abstraindo também a

relação destes com os recursos de rede concretos que os vão suportar.

Face ao exposto, integrar estes novos domínios de serviço nos processos de gestão operacional passa por gerir diretamente e exclusivamente serviços de telecomunicações por via das API's de serviço expostas pela arquitetura NFV MANO e SDN *Controller*. Por esta razão, integrar operacionalmente NFV e SDN passa por integrar diretamente estas API's nos processos de gestão de serviço (*Service Management*) e porventura por eliminar ou simplificar drasticamente os processos de gestão de recursos (*Resource Management*) existentes aos dias de hoje.

Seguindo esta linha de raciocínio, a evolução da arquitetura de processos de gestão de um *Service Provider* que adote NFV e SDN pressupõe a evolução para uma arquitetura de gestão como a ilustrada na Figura 6.

A arquitetura de gestão exposta pela Figura 6 representa um cenário evolutivo em que os processos de gestão de serviço (*Service Operations Management*) assentam sobre múltiplas camadas de gestão de recurso (*Resource Operations Management*), distintas mas complementares: uma camada responsável pela gestão dos recursos físicos que atualmente constituem as redes de telecomunicações, uma camada responsável pela gestão dos recursos virtuais que suportam serviços de telecomunicações (i.e., arquitetura MANO) e por fim uma camada responsável pela gestão dos recursos virtuais que suportam outras naturezas de serviços digitais (serviços do mundo TI).

Esta arquitetura propõe uma estratificação mais vinculada entre a camada de gestão de serviço e as camadas de gestão de recursos, contudo perfeitamente alinhada com os princípios de arquitetura de referência do TM Forum Framework [6].

Esta arquitetura representa uma evolução não disruptiva nos processos de gestão, preconizando a integração de novos domínios de gestão de recursos como forma de integração das tendências NFV e SDN.

6. Considerações finais

Mais do que tendências e domínios de conhecimento exploratórios, existe a forte convicção na indústria de que os paradigmas da virtualização das funções de rede e das redes programáveis vieram para ficar e vão vingar como novos *standards* (*de facto e de jure*) para o mundo dos serviços de telecomunicações.

Mais do que uma moda ou uma forma diferente de fazer, NFV e SDN vêm responder à necessidade urgente da indústria de telecomunicações de conseguir disponibilizar, com elevada flexibilidade e agilidade, serviços avançados de comunicação que respondam aos

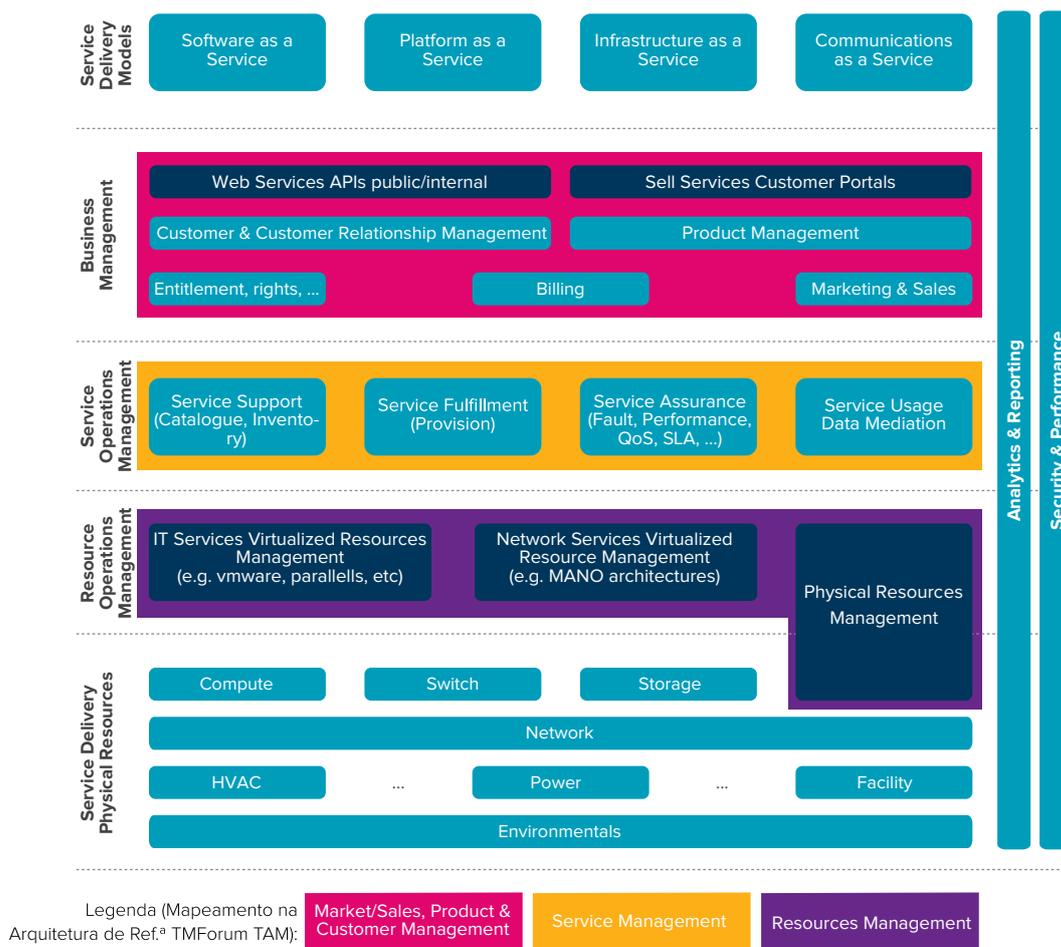


Figura 6 - Nova *framework* de Gestão de Serviços

requisitos de conectividade das sociedades digitais e permanentemente conectadas em que hoje vivemos, bem como de disponibilizar e rentabilizar os seus *assets* para outros *players* da indústria que “caem do céu”.

O NFV vem também trazer a promessa de abrir um mercado até agora hermeticamente fechado: o dos fornecedores de sistemas de telecomunicações como *appliances*. Vingando, o NFV permitirá o *decoupling* entre as funcionalidades da rede e a infraestrutura computacional que as suporta, abrindo um novo mercado

(sistemas de telecomunicações) para os fornecedores de infraestrutura COTS.

Todos estes vetores de mudança vão com certeza mudar a face da indústria das telecomunicações nos próximos anos. Sendo um *Service Provider*, podemos acompanhar e preparar-nos para a mudança ou acreditar que NFV e SDN são apenas novos *hypes* da indústria, deixando passar a onda e vivendo no futuro com as consequências.

Referências

- [1] Web link ETSI, <http://www.etsi.org>
- [2] Web link ETSI NFV, <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/nfv>
- [3] Web link SDN, <https://www.opennetworking.org>
- [4] ETSI GS NFV 001, v1.1.1, 2013-10, Network Functions Virtualization (NFV), Use Cases.
- [5] ETSI GS NFV 002, v1.1.1, 2013-10, Network Functions Virtualization (NFV), Architectural Framework.
- [6] Web link TM Forum Framework, <http://www.tmforum.org/TMForumFramework/1911/home.html>

GESTÃO DE DESEMPENHO NA REDE MÓVEL DA OI



Lenilton Alves
Pereira
(Oi)



Luís Castro
(PT Inovação)



André Filipe Augusto
(PT Inovação)



Sérgio Penna
(PT Inovação)



Alexandre Brito Paiva
(PT Inovação)

RESUMO

A Oi é um operador convergente com mais de 49 milhões de clientes na rede móvel e 18 milhões de clientes na rede fixa, que opera num mercado altamente competitivo com cobertura nacional e num enquadramento regulatório bastante exigente.

Efetuar a gestão de desempenho extremo a extremo numa plataforma escalável, com suporte de multi-tecnologia e multi-fornecedor com a dimensão da rede, diversidade de versões e numa rede com a abrangência da Oi, coloca inúmeros desafios ao projeto.

Com a plataforma de gestão de desempenho ALTAIA foi possível operacionalizar num curto período de tempo todo o suporte de tecnologias e fornecedores da rede móvel, endereçando as necessidades das diversas áreas que todos os dias necessitam da plataforma para suporte aos processos operacionais.

PALAVRAS-CHAVE

NOSSIS, OSS, Qualidade de Serviço (QoS), ALTAIA, Oi, *Performance Management* (PM), *Configuration Management* (CM)



1. Introdução

ALTAIA é um sistema para gestão de desempenho e QoS de Redes, Serviços e Clientes que suporta os processos relacionados com a gestão de desempenho de um *Communications Service Provider* (CSP) e onde podem intervir, principalmente, as áreas de engenharia, planeamento, operacionais, *customer care* e *marketing*. Foi recentemente escolhido pela operadora brasileira Oi para ser a ferramenta transversal de gestão de desempenho das redes de acesso móvel (RAN), core, plataformas e rede inteligente (IN). Durante o ano de 2014 o sistema entrou oficialmente em produção e suportou uma revolução nos seus processos de análise de desempenho da rede e serviços, incluindo *reportings* legais à agência reguladora local (ANATEL).

Até então os processos de Planeamento, Operações e Otimização de rede móvel utilizavam uma ferramenta de desempenho desenvolvida e adaptada às necessidades e processos operacionais que foram sendo implementados durante anos. Em fase final do ciclo de vida, esta ferramenta ameaçava não acompanhar as necessidades de evolução da rede, flexibilidade necessária, as exigências do regulador brasileiro e a ambição da Oi de aumentar o seu *market share* num contexto de concorrência feroz.

Com este projeto estava em causa a substituição de uma ferramenta amplamente utilizada pelas equipas da matriz de desempenho e regionais da Oi, assim como o suporte de um ecossistema da rede de acesso móvel com praticamente todos os fornecedores de equipamentos de rede móvel que existem no mercado. Em alguns dos casos, várias versões de *software* dos elementos de rede encontravam-se implementadas, exigindo que para cada fornecedor existisse mais do que um *pack* de mediação para suportar as especificidades de cada um.

Um dos grandes desafios deste projeto consistia numa implementação de 80% em cerca de 4 meses, do âmbito total definido, e que pressupunha neste período cobrir todas as tecnologias e fornecedores da rede de acesso móvel.

Outro desafio foi a mudança de sistema, processos e cultura envolvidas nesta implantação. As equipas que estavam há anos habituadas a uma determinada forma de atuação com um sistema, exerceram, naturalmente, uma resistência à mudança. O envolvimento das pessoas chave do projeto na consciencialização das equipas de utilizadores finais foi crucial para o sucesso do projeto.

2. Plataforma ALTAIA

O ALTAIA é uma plataforma modular de gestão de desempenho composta por uma arquitetura de processamento distribuído, escalável e com uma elevada capacidade de configuração.

A plataforma é responsável pela recolha de informação de desempenho a partir de processos de mediação diretos com os elementos de rede para recolha de contadores, ou processos de mediação responsáveis pelo processamento de dados disponibilizados por interfaces NBI (*NorthBound Interface*) dos sistemas de gestão de elementos (NMS/OMC) ou plataformas de serviço.

O tipo de dados que é processado pela camada de mediação abrange os domínios de PM (*Performance Management*) e de CM (*Configuration Management*) a partir dos quais o ALTAIA disponibiliza vários tipos de análises de desempenho e *troubleshooting* para suportar os mais diversos processos das equipas de Operação, Planeamento, Auditoria e Otimização de redes dos operadores.

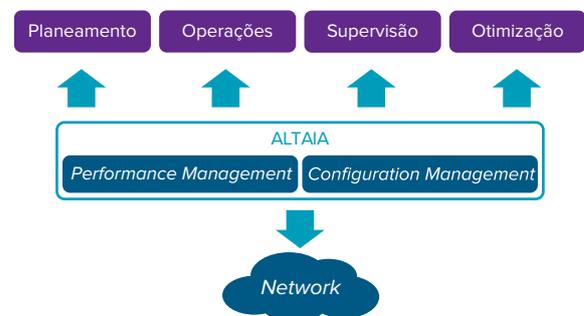


Figura 1 - Processos de um CSP, suportados pelo ALTAIA

Sendo uma plataforma multi-fornecedor e multi-tecnologia, recorre a um *layer* de mediação avançado que abstrai as características e especificidades de cada rede, OMC/NMC e plataformas de serviço, entregando visões de desempenho da rede (NQM), serviços (SQM) e mais recentemente de clientes (CQM).

2.1. Uma arquitetura modular

O ALTAIA é composto pelas seguintes componentes:

- **Mediação** - Interliga com a rede (NEs, NMS/OMCs, Plataformas de Serviço, etc.), via diversos tipos de interfaces, para recolha de *raw data*

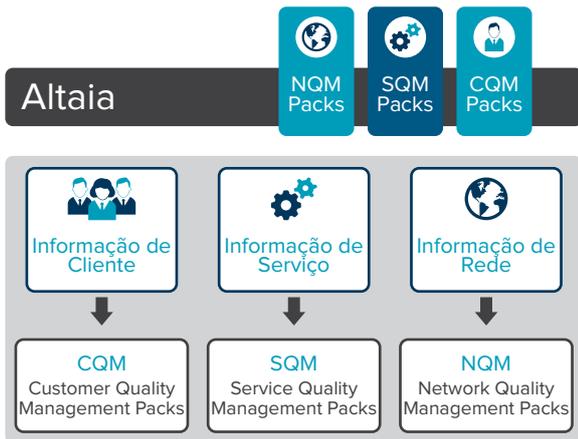


Figura 2 - Packs tecnológicos ALTAIA

(contadores, xDRs, eventos, transações, etc.) que são depositados em DBNO (repositórios de *raw data*, a partir dos quais são configurados os indicadores por meio de ferramentas de configuração).

- **Configuração** - Componente transversal ao ALTAIA para cadastrar fontes de informação (DBNO), configurar apresentação de indicadores em *cockpits* de *reporting*, configurar *workspaces* e *dashboards* específicos dos utilizadores e configurar limiares de desempenho que detetam problemas/degradação de desempenho na rede, serviços, etc.
- **Framework** - Motor central da arquitetura onde assentam os principais módulos de configuração e toda a lógica de negócio da plataforma.
- **Portal** - *Frontend* para análises de desempenho sobre os *packs* NQM/SQM/CQM disponíveis, criação de relatórios específicos dos utilizadores (via *Adhoc Reporting*), análises georreferenciadas (via *Geoindicators*) análises de *CM Data* (via *Parameter Inspector*), estudos preditivos e analíticos de indicadores de desempenho (via módulo de *Trend & Forecast*), configuração de limiares, visualização de alarmes e gestão de

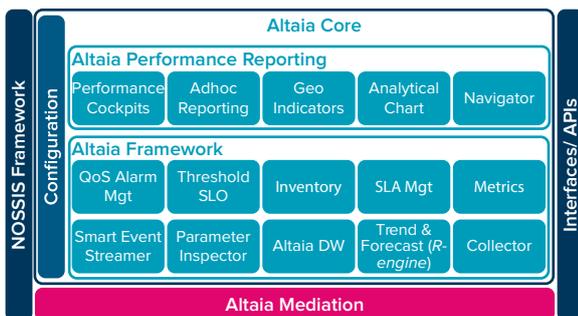


Figura 3 - Módulos da arquitetura do ALTAIA

processos de administração de dados, auditoria de acessos, etc.

- **Manager** - Componente que controla a estabilidade da plataforma e qualidade da informação calculada e apresentada pelo ALTAIA. Suporta processos de deteção de problemas com fontes de informação e com a própria plataforma ALTAIA, volumetrias, etc.

3. Arquitetura da solução ALTAIA Oi

3.1. Mediação com a rede e plataformas

O maior desafio da configuração ALTAIA Oi reside na integração e manutenção da diversidade de fornecedores da rede de acesso, assim como uma necessidade de acompanhamento, por parte da plataforma, dos constantes *upgrades* e *swaps* que ocorrem na rede móvel da Oi. Para isso o *layer* de mediação do ALTAIA utiliza, em cada versão de rede/fornecedor, um catálogo exhaustivo de todos os contadores e respetivas famílias que poderão ser disponibilizados, se ativados nos elementos de rede. Estes catálogos são responsáveis por garantir que o ALTAIA consegue, sem intervenção de desenvolvimento ou configuração, adaptar-se às necessidades de crescimento dos dicionários de métricas

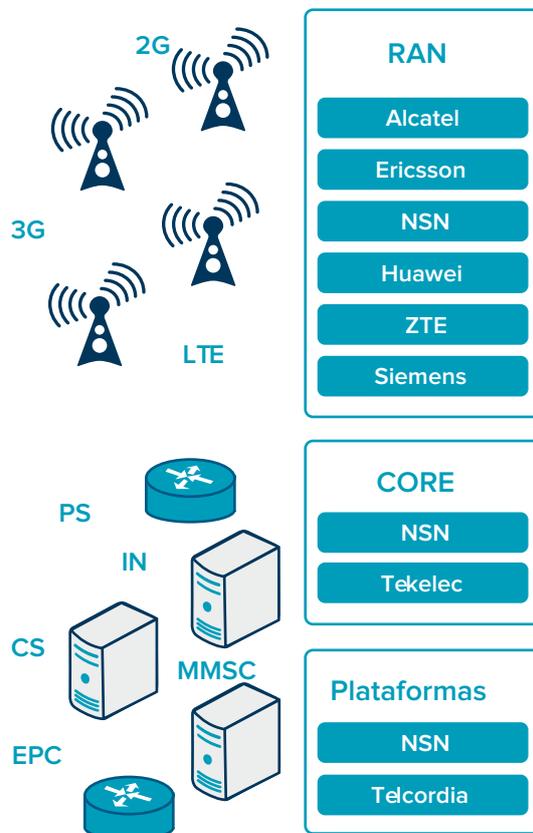


Figura 4 - Atuais domínios e fornecedores da rede suportados no ALTAIA Oi

para cada tecnologia, assim como o suporte à ativação de novas *features* na rede ou análises de *troubleshooting* avançadas.

3.2. Desempenho em tempo real

A partir de mais de 100.000 contadores suportados pela mediação, o ALTAIA calcula em tempo real, pelo módulo de métricas da *Framework*, mais de 4.000 KPIs de desempenho da rede e serviços, capazes de fornecer visões inter-fornecedor e permitir uma gestão centralizada e fim-a-fim da rede móvel.

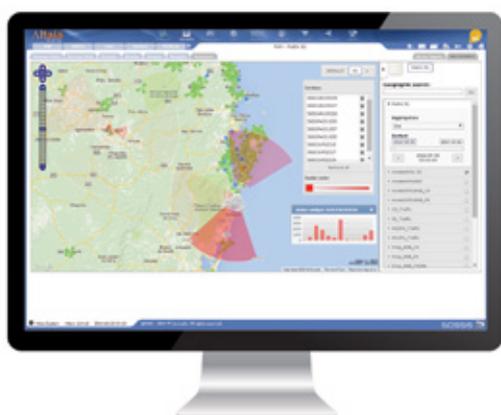


Figura 5 - Relatórios avançados sobre o módulo *GeoIndicators*

Os dados de desempenho são armazenados em tempo real numa *Data Warehouse* da *Framework* ALTAIA - DBN1 - a partir da qual são efetuadas diversas consolidações temporais e espaciais que suportam os *cockpits* de desempenho disponibilizados pelo Portal ALTAIA. Novos indicadores criados pela equipa da matriz de desempenho da Oi são automaticamente instanciados na *Framework* e *Datawarehouse* do ALTAIA, passando a ser calculados em tempo real e disponibilizados nos *cockpits* de desempenho.

3.3. Cockpits de desempenho e dashboards

A apresentação em portal ALTAIA dos KPIs e suas múltiplas perspetivas foi pensada para capacitar os utilizadores finais, dos mais diversos perfis (gestão executiva, gestão operacional e análise técnica), de ferramentas que permitam focar nos diversos níveis de detalhe disponíveis para os dados de desempenho.

Encontram-se disponíveis diversas visões executivas, operacionais e ferramentas que conferem elevada flexibilidade na análise dos indicadores permitindo uma obtenção rápida de resultados e conclusões.

Adicionalmente, e só para *power users*, encontra-se disponível o módulo de *ad hoc reporting* que confere



Figura 6 - Níveis de *reporting* disponíveis

elevada flexibilidade na manipulação dos dados e na construção de relatórios customizados em cada *cockpit* de desempenho.



Figura 7 - *Dashboards* operacionais

3.4. Histórico de configurações da rede

A plataforma ALTAIA coleta toda a parametrização da rede móvel 2G e 3G, de forma a ser complementada a visão de desempenho a partir de contadores e KPIs.

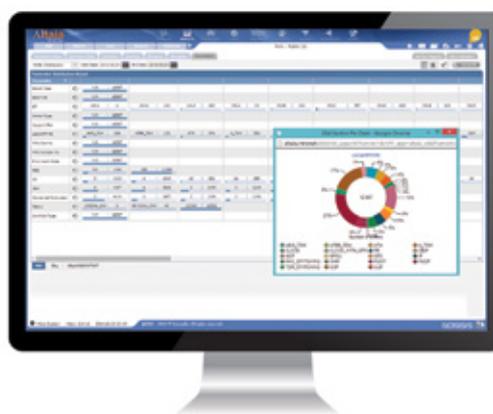


Figura 8 - Módulo *Parameter Inspector*

A informação de configuração (CM) permite ampliar as funcionalidades do ALTAIA onde processos de caracterização e enriquecimento passam a poder ler parâmetros obtidos diretamente da rede (por exemplo versões de SW de NEs), além de permitir consultas de valores dos parâmetros e configurações vigentes para uma determinada entidade e período temporal. A retenção por um período de tempo alargado de todos os parâmetros e configurações da rede proporciona um vasto conjunto de análises de desempenho, planeamento, suporte a *troubleshooting* ou acompanhamento de atividades de manutenção como *swaps* ou *upgrades* na rede de acesso.

3.5. Processos de desempenho proativo da rede e serviços

Para auxiliar nos processos de gestão de desempenho proativo da Oi, o módulo de Limiares da *Framework* ALTAIA utiliza vários KPIs que aferem em tempo real o desempenho da rede e serviços de acordo com os níveis de limiar configurados. A partir de configurações de limiares baseadas em histórico (limiares de curva automáticos) é possível criar definições que se atualizam ao longo do tempo, ao mesmo tempo que se consegue condicionar os níveis de severidade em função do comportamento típico de cada entidade na rede.

Os alarmes que advêm destes processos são enviados para o sistema de gestão de falhas centralizado da Oi, para que possam ser analisados e tratados por equipas de supervisão.

A flexibilidade na configuração de limiares de desempenho disponibilizada pelo ALTAIA permite aumentar a eficácia na deteção de constrangimentos e situações anómalas na rede, que sendo detetadas antecipadamente evitam falhas no serviço. Estes processos revolucionam a forma como a Oi gere e opera a sua rede.

3.6. Capacidades analíticas

O ALTAIA utiliza como referência de registo dos elementos de rede um sistema de Inventário centralizado responsável pela gestão de todos os atributos que caracterizam a rede móvel. A informação é consumida diariamente, para garantir que novos elementos de rede são corretamente caracterizados e alterações na rede são refletidas com o mínimo *delay* nos relatórios de desempenho, evitando assim análises incorretas ou inconsistentes. Com a entrada do ALTAIA, a Oi necessitou de rever alguns atributos em falta no sistema de registo, garantir a consistência dos dados e montar processos de análise de discrepâncias para garantir que todos os elementos de rede tinham informação de registo correta para a apresentação de dados de desempenho através do ALTAIA.

Para auxiliar a gestão de falhas e inconsistências foram



Figura 9 - Visão de desempenho por município

configurados em ALTAIA processos de *data quality* que emitem periodicamente relatórios de discrepâncias, permitindo que a Oi mantenha o registo atualizado, minimizando falhas de dados e problemas na consistência dos atributos. Por estes motivos, o ALTAIA contribuiu para uma melhoria significativa da informação de registo dos elementos da rede móvel da Oi.

4. Plataforma computacional

A infraestrutura da solução ALTAIA Oi é composta por dois *sites* para suporte a cenários de *disaster recovery* (DR), com sincronização *online* do *storage* de dados e configurações aplicacionais. Cada *site* possui características de alta-disponibilidade (HA), que garantem que os mais de 500 utilizadores diários do sistema possam aceder de forma ininterrupta aos dados de desempenho disponibilizados pelos diversos *cockpits* de desempenho.

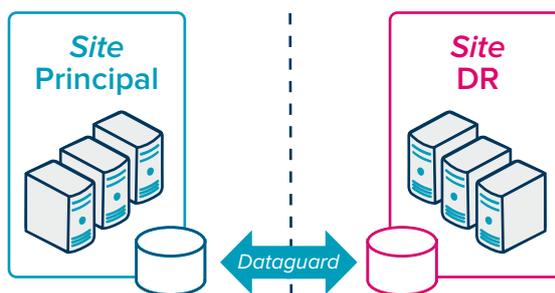


Figura 10 - Configuração da solução com suporte a DR

A plataforma suporta um volume médio de 200 milhões de cálculos de indicadores por hora, mas que em sobrecarga, derivada de recuperações de indicadores, pode chegar até 1.000 milhões de cálculos de indicadores por hora.

Dada a flexibilidade na configuração de novos KPIs e

habilitação de novos contadores nas fontes de informação para suportar novas análises, o sistema é suportado por um *storage* com mais de 20TB de capacidade útil.

5. Caso de uso - indicadores ANATEL

A ANATEL define um conjunto de indicadores de qualidade associados ao serviço móvel pessoal (SMP). Para cada indicador a ANATEL determina, além da sua expressão, a forma como estes devem ser calculados, em função de expressões e condições que aferem a qualidade dos contadores coletados e fontes de informação. Da extensa lista de indicadores que é entregue periodicamente, e que afetam os vários domínios do operador (Atendimento, Reclamações e Qualidade), o ALTAIA contribui para o domínio da qualidade do serviço de voz e dados nas 3 tecnologias:

- Taxa de sucesso no estabelecimento de chamadas (2G e 3G);
- Taxa de sucesso no acesso a dados (2G, 3G e LTE);
- Taxa de queda no acesso a dados (2G, 3G e LTE).

Para cada um dos indicadores são definidos limiares que garantem um acompanhamento do grau de cumprimento por diversas perspectivas da rede, geografia ou regiões administrativas (por exemplo Unidade Federativa - UF, Código Nacional - CN, Central, Tecnologia, etc).



Figura 11 - Dashboard global do cockpit ANATEL

Os indicadores são solicitados a todos os operadores do Brasil que prestam serviço móvel, para que o regulador compare o desempenho e qualidade de serviço que é prestado em todo o território brasileiro. Após recolha e validação dos dados, a ANATEL publica mensalmente os resultados para que os consumidores possam consultar e comparar a qualidade de serviço de cada operador do serviço móvel.

Para dar resposta a estas necessidades, o ALTAIA foi configurado com um módulo específico para a análise dos serviços da rede móvel, segundo as definições da ANATEL. Este módulo utiliza os dados da rede de acesso 2G, 3G e LTE para fornecer uma visão dos dados de desempenho, segundo a perspectiva e critérios da ANATEL. As expressões destes indicadores são específicas, assim como as visões produzidas que focam o *cockpit* de desempenho numa visão de acompanhamento mensal do grau de cumprimento das metas para cada um dos indicadores.

Adicionalmente existem processos que garantem consolidações ponderadas e *freeze* dos dados durante o período de retenção definido pela ANATEL, de forma a não existir alteração dos dados e eventual manipulação de indicadores.

6. Conclusão

O ALTAIA garante uma gestão de desempenho e QoS centralizada para as redes de acesso, *core*, plataformas e rede inteligente (IN), numa perspectiva multi-tecnologia e inter-fornecedor, cobrindo os domínios de PM e CM, no operador Oi.

A entrada da plataforma permitiu agilizar os processos de gestão de desempenho devido à elevada flexibilidade de configuração e ferramentas que entrega aos utilizadores finais, para que estes sejam autónomos na configuração da plataforma e processos de análise específicos. Ao mesmo tempo, permitiu ampliar o número de processos que dentro da Oi podem consumir dados e serem ativados pela plataforma ALTAIA. As capacidades avançadas de *reporting*, assim como as capacidades de desempenho proativo conferidas pelo módulo de limiares, contribuem fortemente para o aumento da qualidade da rede móvel da Oi.

SOLUÇÃO DE *ORDER MANAGEMENT* NO MAPA APLICACIONAL PTP



Adérito Ferreira
(PT Inovação)



Fernando Vaz de
Carvalho
(PTP/DSI)



Cristina Veríssimo
(PTP/DSI)



Carlos Pinheiro
(PT Inovação)



Nuno Pinto
(PTP/DSI)

RESUMO

No âmbito do programa de transformação de Sistemas de Informação da PT Portugal, o qual tem por objetivo permitir à Empresa dar uma melhor resposta às necessidades do negócio e aumentar a eficiência e eficácia no desenvolvimento de novos produtos e serviços, está também incluída a implementação de uma solução de Order Management, baseada na tecnologia Order Care Conceptwave da Ericsson. Este artigo descreve sucintamente a implementação dessa solução.

PALAVRAS-CHAVE

Order Management, OM, *Service Catalog*, Ericsson *Order Care*, TAM, TM Forum, Conceptwave, Provisão



1. Transformação de SI/TI

Os passos dados pela PT para endereçar o seu programa de transformação de SI/TI, assentaram sobre 3 principais vetores de análise:

- *Key design principles for new architectures;*
- *Simplification by eliminating applications;*
- *Best practices for IT architectures.*

Standards based

- Application standard, one solution per function domain
- Infrastructure and platform based on market standards

Reference data

- Empower business users to configure system dynamically
- Reduce new need for IT developments

Integration model framework

- Service oriented architecture for reusability and integration with multiple (external) systems

Canonical model

- Standards concept definitions and data model across business and applications

Reduced time to market of new products, services and processes

Figura 1 - Key design principles for new architectures

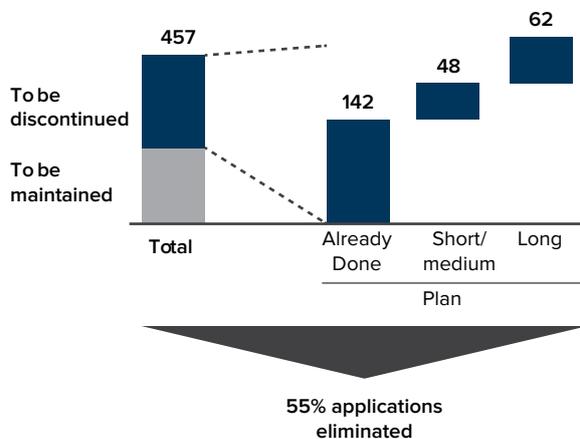
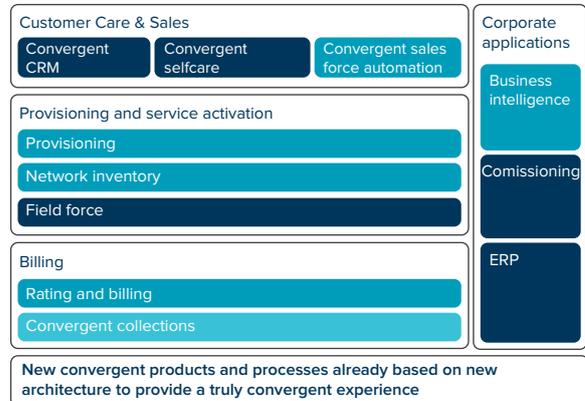


Figura 2 - Simplification by eliminating applications



■ Completed or almost done ■ In execution ■ To be continued

Figura 3 - Best practices for IT architectures

2. Princípios orientadores para o Order Manager

O cenário de partida era uma arquitetura complexa de *Order Management* com múltiplos sistemas e com várias tecnologias, incluindo soluções desenvolvidas internamente. A complexidade dessa realidade foi um vetor importante para a decisão de avançar para uma solução transversal e centralizada, aumentando a capacidade de resposta face à crescente complexidade de provisão, convergência de serviços e controlo operacional das Ordens, tendo por base os seguintes vetores:

- Melhorar o **time-to-market** de novos serviços no âmbito da adequação dos SIs;
- Ter uma **visão operacional centrada no cliente**;
- Controlar **end-to-end** o ciclo de provisão, desde a entrada da ordem até à sua conclusão;
- Aumentar a taxa de **automatização** dos processos e **minimizar os custos** operacionais, aumentando a produtividade;
- **Diminuir tempos de provisão**, garantindo SLAs com clientes;
- Obter **elevados níveis de reutilização de processos**, facilitando e diminuindo tempos e custos de implementação e manutenção.

A solução de *Order Management* desempenha um papel nuclear na arquitetura dos Sistemas de Informação, nomeadamente na orquestração e controlo das ordens provenientes do *Order Entry*. Coleciona ainda informação necessária para outros sistemas e gere a evolução

dos pedidos em todos os momentos da provisão dos serviços.

3. Os desafios chave a endereçar

- **Cost-inefficient operations:** Funcionalidades de OM adequadas para Telco, com alto nível de automação, reduzindo a duplicação de funções, diminuindo custos de operação, manutenção e evolução;
- **Order fall-out rates:** End-to-end de erros e gestão de risco, controlo de tarefas, novos serviços dentro de framework estruturada, etc.;
- **Long time-to-market:** O catálogo B/OSS propor-

ciona uma eficiente gestão de mudança de alinhamento, para a introdução mais fácil e rápida de novos serviços complexos. Abordagem de arquitetura com base em peças reutilizáveis;

- **Long order life-cycle:** Aumentar a automação, visibilidade e gestão de ordens end-to-end, com alto nível de integração e centralização do tratamento de erros;
- **Support for new business models:** Providenciar apoio multicanal, integração e automação end-to-end do processo, garantindo abstração de rede e tecnologia, padronizando produtos e permitindo a adoção de novos modelos de negócio;

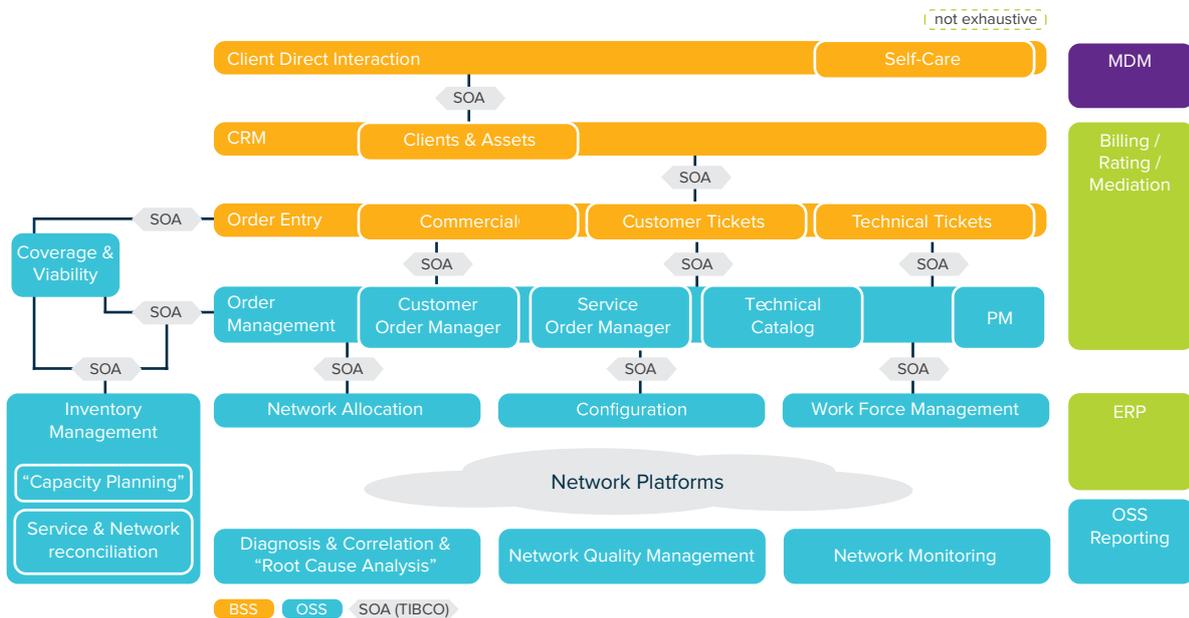


Figura 4 - Visão de arquitetura de sistemas para a PTP

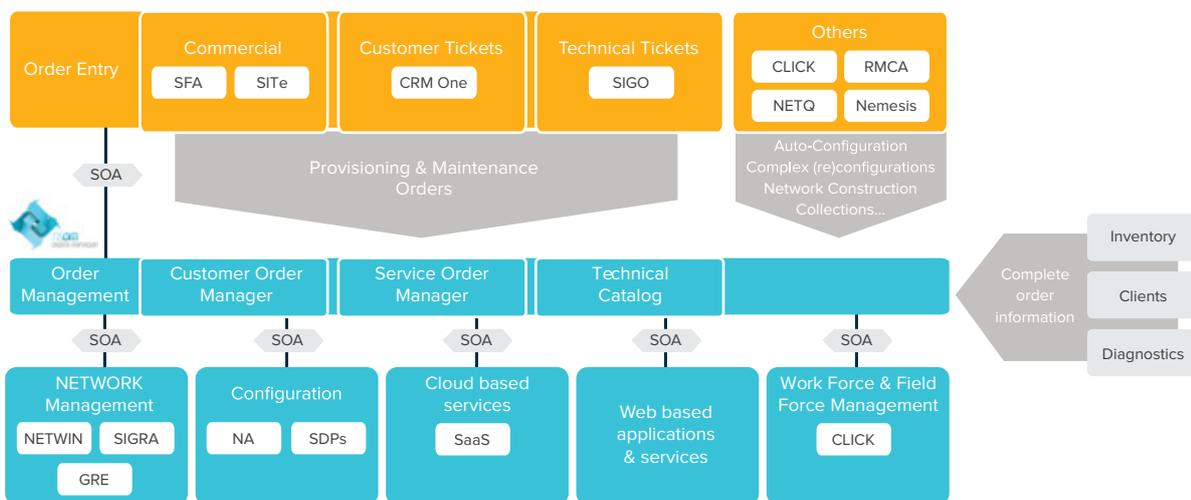


Figura 5 - Visão de arquitetura relacionada com outros domínios PT

- **Order visibility:** Centralização de processos, sistemas e dados, possibilitando uma visibilidade *end-to-end*. Visão integrada operacional do cliente (360°).

O Order Manager assume-se como a espinha dorsal do mapa aplicacional de um operador Telco (Figura 4).

3.1. Requisitos para implementação do Order Manager na PT

1) Alta disponibilidade:

- Em termos de *hardware*:
 - *Loadbalancing*;
 - Ativo/passivo;
 - Servidores físicos e virtuais...
- Em termos de *software*:
- Aquisição de uma ferramenta base – a PTP selecionou a plataforma *Order Care* Ericsson/ConceptWave;
 - Modelação da integração e implementação da plataforma de OM base: muito importante a forma como se implementam/customizam os processos na *Metadata*;
 - Basear as interfaces em métodos assíncronos, pois conseguem-se elevados níveis de abstração em termos de solução, no que concerne aos *downtimes* dos outros sistemas no ecossistema.

2) RealTime execution;

3) Alto nível de automatização da configuração.

De acordo com a Figura 6:

• Developing new services:

- Todos os novos serviços são desenvolvidos no novo OM.

• Replacing legacy systems (pure technical approach):

- Seleção de um legado e substituição da sua função de OM pelo NSOM. Substituição puramente técnica. Sem requisitos de negócio. Grande dependência do orçamento disponível.

• Changing fulfill of existing services using new systems:

- Substituição da função OM de um legado, mas permitindo novos requisitos de negócio. Deixa de ser um projeto puramente tecnológico, embora o *driver* inicial seja tecnológico.

• Fulfillment enhancement:

- Requisitos do negócio para a alteração do processo de provisão de um serviço, que pela sua abrangência compensa alinhar com uma evolução tecnológica.

Estes dados traduzem-se em:

- Abordagens mais dependentes do *budget*;
- Abordagens com maior impacto no negócio. Ne-

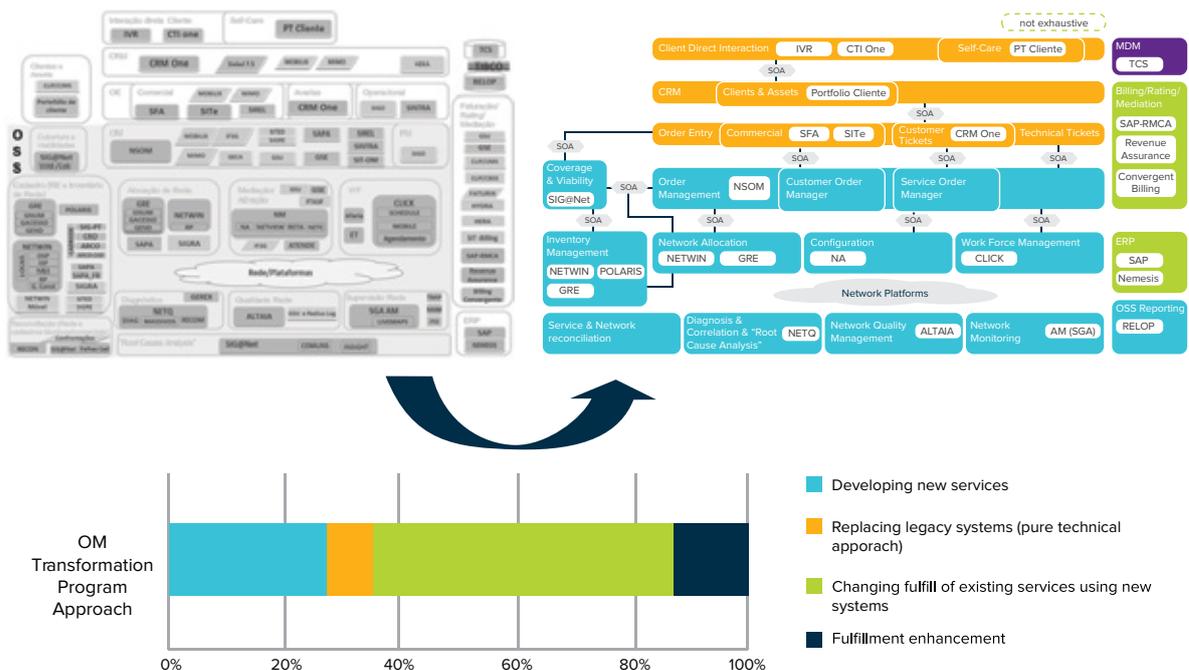


Figura 6 - Onde estamos na transformação do Order Manager na PTP?

cessitam de um grande enfoque na gestão da mudança e revisão de processos;

- Abordagens mais disruptivas.

4. Framework Order Management

A *Framework* foi desenvolvida tendo como foco os seguintes pilares:

- **Processos** – Uniformização de processos e informação com origem em diferentes fontes;
- **Convergência** – Prever a convergência de serviços, com vista à criação de *bundles* de P&S;
- **Serviço** – Melhorar a qualidade do serviço e ter uma visão E2E do processo de provisão;
- **Funcional** – Integrar numa única plataforma a gestão de processo de provisão;
- **Técnico** – Implementar uma arquitetura alinhada com as melhores práticas no setor.

No âmbito PT a implementação em produção dos primeiros serviços foi em 2008. Desde então, a solução tem vindo a alargar o seu espectro de atuação, crescendo a todos os níveis, quer ao nível de transformação de SI quer na implementação de novos serviços e convergência. A experiência e conhecimento adquiridos no âmbito da implementação em Portugal, associados aos bons resultados obtidos, permitem que a operação no Brasil, nomeadamente o projeto de transformação do *Order Management* em curso, beneficie deste capital intelectual, minimizando custos e riscos na sua implementação.

4.1. Arquitetura de referência

A arquitetura de suporte ao *Order Management* fundamenta-se no conjunto de princípios e *drivers* orientadores que regem a estratégia de transformação dos Sistemas de Informação dos operadores de Telecomunicações no domínio da convergência, utilizando as referências do TAM (*Telecom Application Map*) e SID (*Shared Information Data*) do TM Forum (*TeleManagement Forum*),

Alguns desses princípios, como o da reutilização e convergência, conduziram à criação de uma “*Framework PTP*” assente no *Order Care ConceptWave*, a qual poderá ser implementada noutros operadores de telecomunicações, com as vantagens associadas.

O aprovisionamento de ordens baseia-se em 3 componentes bem distintos que constituem a Gestão de Ordens, nomeadamente COM (*Customer Order Management*), SOM (*Service Order Management*) e o ROM (*Resource Order Management*).

A solução de *Order Management* implementada endereça os níveis COM e SOM. O componente SOM divide-se em CFS (*Customer Facing Service*) e RFS (*Resource Facing Service*). Um CFS é composto por *n* RFS.

A nossa visão enquadra-se no TAM. Saímos da nossa área de conforto (*Fulfillment*) e abarcamos funções de *Assurance* e *Operation Support and Readiness* (Figura 7).

Ambos os componentes baseiam-se num módulo hierárquico de *n* níveis, suportados no *Catalogue Management* e a solução atual apresenta 3 níveis, dividindo-se em Oferta, Produto e Componente.

Uma Oferta é uma composição de um ou mais Produtos,

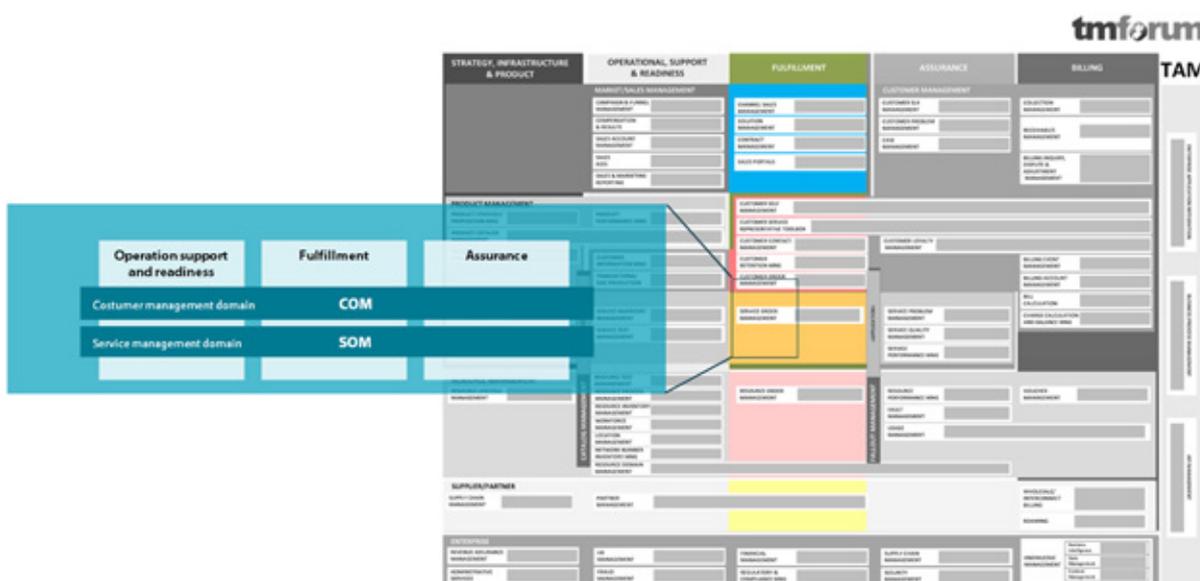


Figura 7 - Arquitetura de referência

constituídos por um ou mais Componentes. Todas estas entidades são reutilizáveis, mesmo ao nível das ofertas que se podem integrar num *bundle* (em contextos empresariais).

O desdobramento de ordens COM em ordens SOM é feito ao nível do Produto e pode envolver SOM diferentes. No fundo, o COM orchestra ordens SOM que representam o aprovisionamento de produtos.

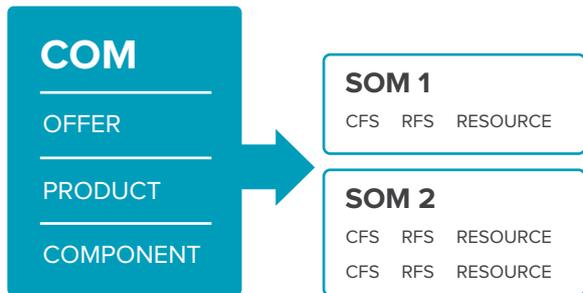


Figura 8 - Decomposição COM vs SOM

No COM, existe um fluxo comum a todos os tipos de ordem. No SOM, um gestor de processos assegura o lançamento dos fluxos específicos de aprovisionamento.

5. Princípio de reutilização de funções

A utilização desta arquitetura proporciona a criação de um conjunto alargado (biblioteca) de produtos técnicos, permitindo a sua reutilização em várias ofertas comerciais.

Cada produto tem todas as instruções técnicas necessárias para garantir o seu aprovisionamento. O potencial desta arquitetura, combinado com a vantagem e flexibi-

lidade do Catálogo *Order Care* Ericsson/ConceptWave, permite a configuração de ofertas, produtos e componentes, como se fossem peças de Lego (Figura 9).

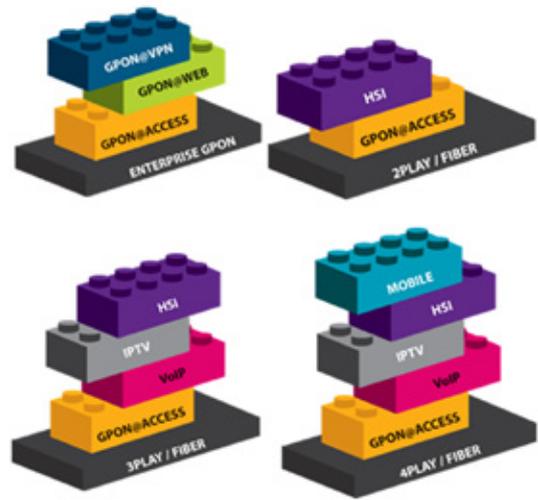


Figura 9 - Decomposição da Oferta em Produtos reutilizáveis

6. A abordagem de implementação na PT

A abordagem para a implementação da *Framework* teve por base duas etapas. Numa fase inicial a aposta foi endereçar o segmento empresarial com a implementação de produtos e serviços inovadores e convergentes. Foram implementados vários serviços, nomeadamente GPON Corporate, E2C, ETHA, ECAR, EWEB, VPN.IP e GPON@CISCO (Figura 10).

Após um período de estabilização, a estratégia foi alar-

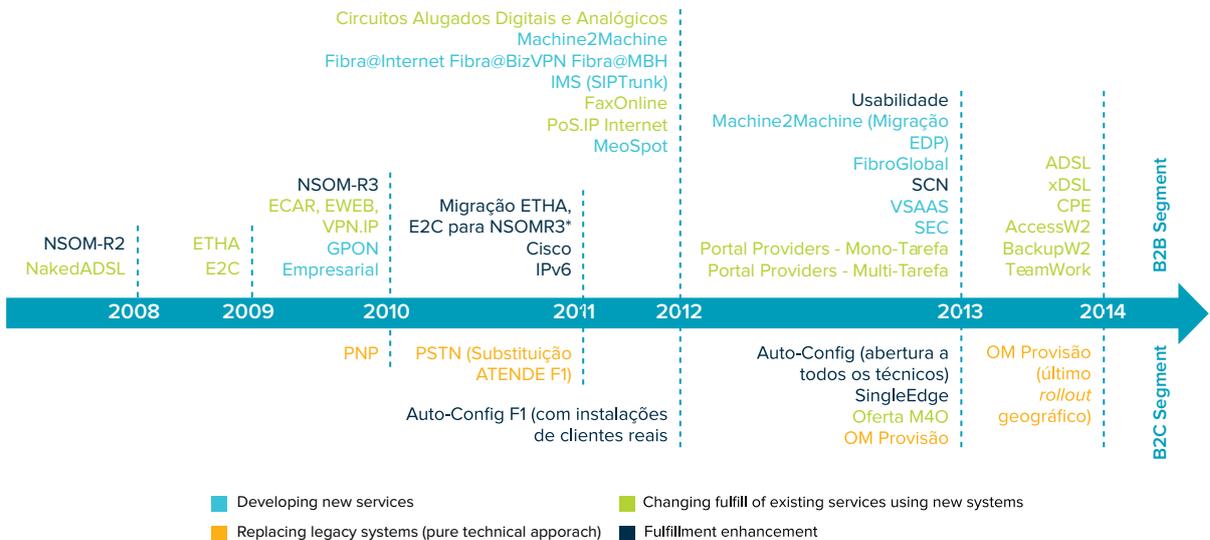


Figura 10 - Roadmap NSOM

gar o âmbito ao segmento residencial/consumo onde foram implementados serviços relevantes para o desenvolvimento do negócio, tais como IPv6, PSTN, MeoSPOT e *Auto-Configuration*, processos de *Field Force* e oferta convergente incluindo serviço fixo, móvel, Internet e multimídia (Oferta 4P), ao mesmo tempo que se continuou a implementar serviços do segmento B2B como IMS (SIP *Trunk*), FaxOnline, M2M, MBH over GPON.

6.1. Benefícios desta abordagem

- Maior automatização permitindo a redução de *backoffices*;
- Assegura a manutenção de um registo atualizado. No entanto, se à partida esta não é uma realidade, não é o OM que corrigirá o passado (*trash in/trash out*);
- Controlo E2E da evolução da ordem, permitindo saber a cada momento:
 - Em que passo da provisão está, o que já foi feito e o que ainda falta fazer;
 - É necessária intervenção humana e por quem;
 - Se estamos em risco de falhar a entrega;
- Mesmo não automatizando, só o facto de podermos controlar E2E a ordem permitirá assegurar uma melhor qualidade de serviço.

6.2. Características das ordens do OM PT (NSOM)

B2C orders

- **High Volume**
- **Focus on Automation**
 - Schedule for today or tomorrow
 - Fulfill self service requests
 - Reduce human interaction
 - Online processes (no batch)
- **Auto-Configuration (OM supports technician during installation)**
- **Diagnostic all at completion**
- **Accurate data:**
 - Order information
 - Client assets
 - Network/service inventory

Reduce Costs
Increase Quality of Service

B2B orders

- **High Complexity**
- **E2E control**
 - High number of participating entities
 - High dependency between services
 - Level of Automation affected by non standard solutions to clients
- **Accurate data:**
 - Order information
 - Client assets
 - Network/service inventory

Deliver without defects
Increase Quality of Service

7. Modelo de governo praticado

A definição de um modelo de governo, envolvendo as equipas de implementação, direções de processos e as principais áreas de negócio, foi fundamental na promoção, integração e rápidas aprovações necessárias, contribuindo para o normal funcionamento do projeto.

Novos requisitos ou alterações ao projeto seguiram uma estratégia de fluxo de comunicação, a partir do *Steering Committee*, sendo posteriormente divulgados através de reuniões específicas, notícias e sessões de formação que ocorreram durante cada uma das principais fases do projeto.

Outro fator decisivo para o sucesso do projeto foi incluir, dentro da mesma estrutura de gestão, as equipas transversais de testes, integração e suporte técnico.

Foi definida uma equipa dedicada, representando todas as áreas de negócio e com poderes para tomar decisões funcionais e de processos. Adicionalmente os utilizadores finais das áreas de negócios também estavam diretamente envolvidos nas principais fases do projeto: definição do âmbito, validação, usabilidade e testes de aceitação (Figura 11).

8. Resultados obtidos

A implementação da *Framerwork* permitiu alcançar sinergias e ganhos notórios e mensuráveis nos tempos de provisão dos pedidos e na qualidade do serviço ao cliente. Permite agilizar a implementação de novos requisitos de negócio, assim como reduzir custos na manutenção dos sistemas.

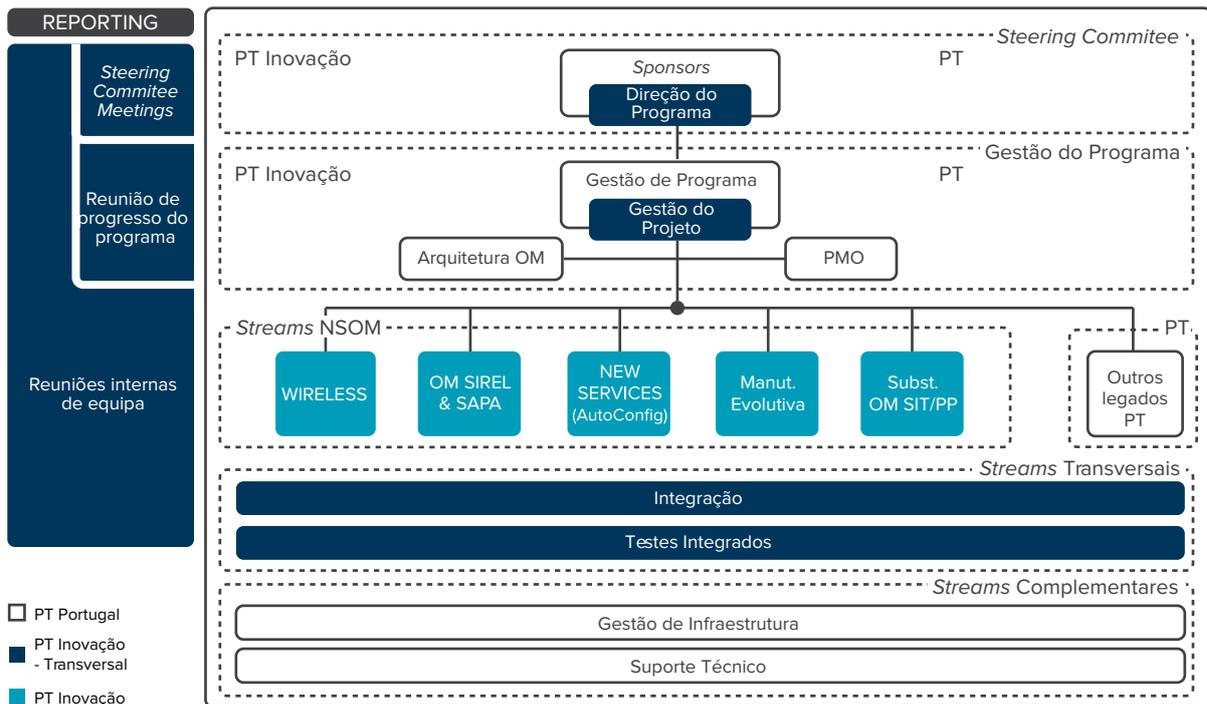


Figura 11 - Exemplo de Modelo de Governo aplicado no programa OM

Alguns resultados evidenciados com a introdução desta solução na PT:

- Com a reutilização, a implementação de serviços tornou-se mais rápida – *MBH Over GPON* em 5 semanas;
- Diminuição do tempo de provisão – de 4h nos *legacy systems* para 3m;
- Diminuição do tempo médio na retirada de restrição de serviço – de 6h nos *legacy systems*

para menos de 10m;

- Diminuição do número e tempo médio de tratamento de tarefas manuais – redução de 50%;
- Possibilidade de agendamento de instalação de serviços para o dia seguinte à venda;
- Visão operacional do cliente integrada (360°).

8.1. Um Exemplo de Inovação com a Solução NSOM na PT

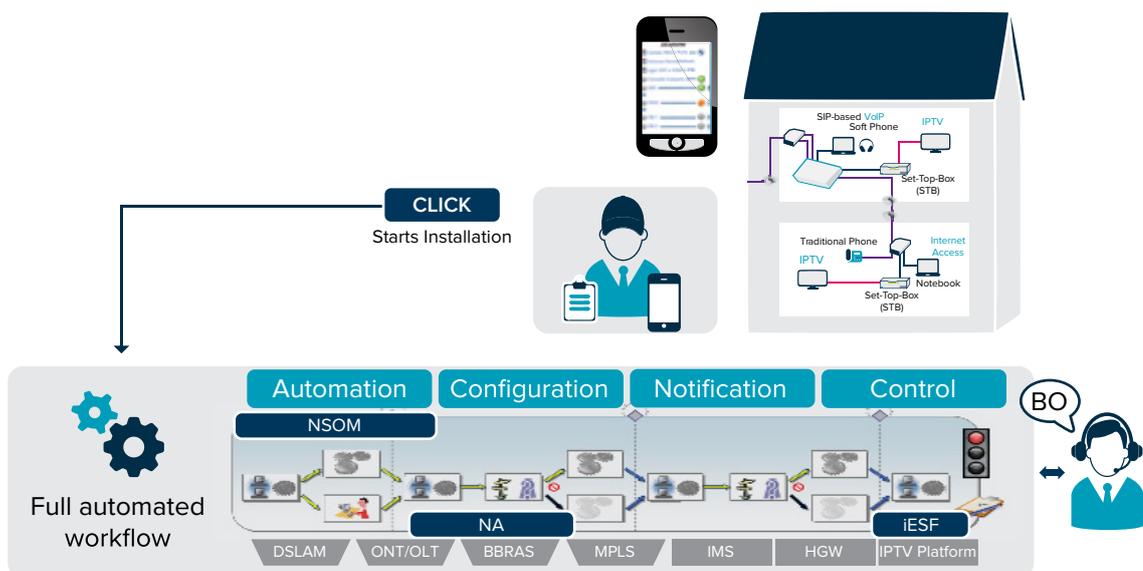


Figura 12 - Processo de Auto-configuração

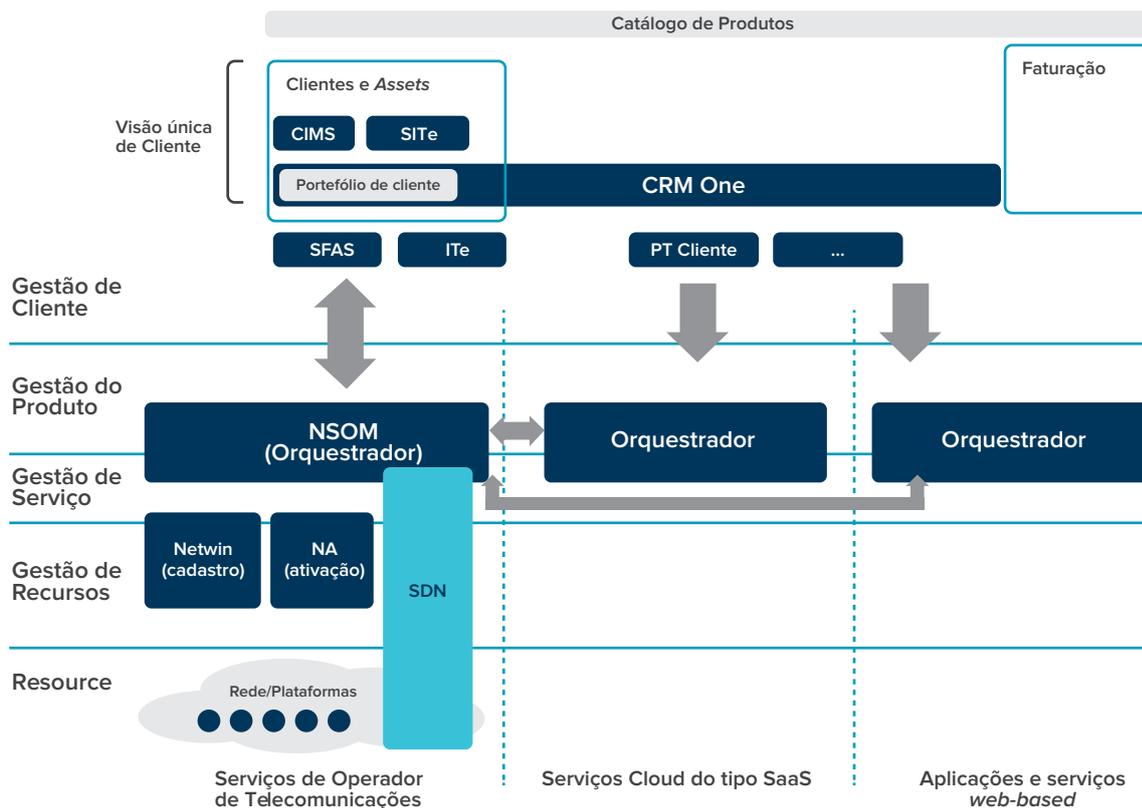


Figura 13 - Como a PTP está a endereçar a arquitetura de SI/TI para *delivery* de serviços de nova geração

9. OM disruptions - quais são os drivers de evolução esperados nos próximos anos na PT?

A combinação do *real time provisioning* com a resposta ao *time-to-market* na implementação de novos serviços Telco, em conjunto com a transformação de SI/TI em serviços complexos de longa duração no seu ciclo de vida de aprovisionamento, são variáveis a ter em atenção para que um operador Telco não perca a linha estratégica na sua abordagem à transformação da temática de *Order Manager*.

A nossa abordagem assenta nos seguintes vetores:

- **Serviços Web based ou serviços cloud (SaaS)** pacotizados são orquestrados pelo OM para garantir a relação com os BSS e plataformas de ativação/disponibilização do serviço;

- **Serviços onde é crítica a entrega online ao cliente** (por exemplo *appStore* do SAPO, ou serviços *cloud* (SaaS) comprados *online*), a disponibilização é feita pelas plataformas e em paralelo é solicitado ao OM que assegure a sincronização dos BSS e inventário. Assumimos o risco de ativação *online* possivelmente sem todas as validações, que serão geridas pelos processos do *Order Manager*;
- Novos serviços, que ainda não tenham grande adesão no mercado, implementam-se no OM mesmo com os *workflows* a serem tratados por *Manual Tasks* e, à medida que o volume vai aumentando, vão-se automatizando partes dos processos. Obtém-se a vantagem de ter tudo centralizado, com a visão do todo e com controlo sobre a operação dos serviços.

ANDSF E HS2.0: UMA EXPERIÊNCIA SEAMLESS ENTRE REDE MÓVEL E WI-FI



Carlos Parada
(PT Inovação)



Miguel Santos
(PT Inovação)



Daniel Corujo
(ITAV)



Seil Jeon
(ITAV)



Rui L. Aguiar
(ITAV)

RESUMO

O crescimento explosivo de utilizadores nas redes móveis, por virtude da cada vez maior oferta de serviços *online*, tem motivado os operadores a procurar formas de aumentar a capacidade da infraestrutura, indo para além da simples aquisição de mais espectro. Assim, torna-se necessário explorar outras alternativas, nomeadamente com o recurso a redes complementares, em particular as redes Wi-Fi. No entanto, esta exploração requer mecanismos de integração entre ambas as tecnologias de acesso. Este artigo explora e demonstra uma solução integrada ANDSF e HS2.0, a qual foi desenvolvida no âmbito do Projeto de Inovação “SMCon – *Smart Mobile User Connectivity*”.

PALAVRAS-CHAVE

ANDSF, HS2.0, Wi-Fi, 3GPP, Mobilidade



1. Introdução

Com o advento das redes 5G apontadas para o ano de 2020, a contínua proliferação de terminais móveis, como os *smartphones*, permite aos utilizadores usufruir de conectividade a um conjunto cada vez maior de serviços *online*, a partir de ambientes móveis. As redes sociais, *streaming* multimídia e muitas outras aplicações têm vindo a contribuir para este crescimento explosivo de dispositivos interligados, alavancados na melhoria da qualidade e aumento da largura de banda das redes de acesso. Simultaneamente, tal tem criado uma maior exigência na capacidade fornecida pelos operadores, de forma a providenciar esses serviços de forma fiável.

Esta exigência tornou-se um dos aspetos chave no desenvolvimento de estratégias de alargamento da rede por parte dos operadores móveis. Estas têm vindo a refletir uma mudança de paradigma, a qual era focada no aumento da cobertura como fator principal, passando agora o foco para o aumento da capacidade. Este alargamento passa agora pela integração das redes tradicionais em redes de tamanho mais reduzido, como as *femtocells*, *picocells* ou *hotspots* Wi-Fi. Em particular, a tecnologia Wi-Fi é vista como uma forma económica de fornecer conectividade em banda larga, tirando partido do seu baixo custo e das várias interfaces existentes hoje em dia nos terminais móveis.

No entanto, atingir estes objetivos torna-se complexo, não só devido à ausência de mecanismos de garantia de qualidade de serviço equivalentes aos existentes nas redes móveis, mas também devido à descentralização da gestão das redes Wi-Fi. Assim, numa mesma área geográfica, diferentes pontos de acesso podem fornecer variadas *performances* e com diferentes custos. Além disso, a ligação a redes Wi-Fi é normalmente gerida do lado do terminal, através da utilização de ferramentas que, apesar de poderem funcionar baseadas em preferências do utilizador, não têm em consideração aspetos da rede que apenas são visíveis ao operador, tais como a disponibilidade do serviço, ou a velocidade do *uplink*, etc. Assim, torna-se necessário complementar as estratégias de utilização de redes complementares, com mecanismos de suporte que vão para além da descoberta de alternativas de ligação, oferecendo também a capacidade de determinar a melhor alternativa de ligação, de entre os acessos disponíveis, considerando os requisitos das aplicações, do utilizador e da rede.

Para efetivamente oferecer tecnologias complementa-

res como uma alternativa de ligação à rede, diferentes organismos de normalização têm vindo a desenvolver soluções, tais como o *Access Network Discovery and Selection Function* (ANDSF) [1] do 3GPP e o *HotSpot 2.0* (HS2.0) [2] da Wi-Fi Alliance. O primeiro (ANDSF) permite ao terminal questionar a rede acerca de redes complementares disponíveis na sua área, tendo em conta um conjunto de políticas de operador que guiam e controlam o processo de ligação. O segundo (HS2.0), inclui o suporte de autenticação e *roaming* numa infraestrutura Wi-Fi, permitindo a sua integração numa infraestrutura 3GPP, para além de oferecer elementos de informação sobre as capacidades dos pontos de acesso Wi-Fi. Com a recente capacidade de o HS2.0 fornecer também políticas para redes Wi-Fi, existe uma aproximação entre os aspetos de ambas as tecnologias, deixando um amplo espaço para sinergias, que já começou a ser analisado, nomeadamente pelo 3GPP.

Neste artigo é analisada a exequibilidade da junção de ambas as tecnologias para a utilização de redes não-3GPP, ressaltando o ganho colaborativo obtido pela sua implantação conjunta em cenários de seleção de rede otimizada, estudados e desenvolvidos no Projeto de Inovação SMCon – *Smart Mobile User Connectivity*. Esta análise tem em conta a elaboração e concretização tecnológica de um cenário experimental, onde a combinação de ambas as tecnologias é demonstrada, verificando a otimização da escolha do ponto de ligação à rede, por parte do terminal móvel.

O artigo está organizado da seguinte forma: a secção 2 apresenta o estado da arte, focando a análise das tecnologias envolvidas neste trabalho; a integração conjunta de ambas as tecnologias é estudada na secção 3, sendo apresentada na secção seguinte a implantação e demonstração dessa integração conjunta. O artigo termina na secção 5 com a conclusão.

2. Estado da arte

Esta secção fornece detalhes acerca das duas principais tecnologias utilizadas para este trabalho.

2.1. ANDSF

O ANDSF é normalizado pelo 3GPP nas normas TS 23.302 [1] e TS 23.402 [3], como uma função da rede no *Evolved Packet Core* (EPC), para assistir os terminais na descoberta de redes de acesso 3GPP e não-3GPP, fornecendo-lhes um conjunto regras e políticas que determinam a forma como se devem ligar a essas re-

des. O ANDSF tem vindo a ser referido com o propósito de realizar a transição de conectividade de equipamentos entre a rede móvel e as redes complementares pelos operadores, mas está atualmente a evoluir para o provisionamento de serviços diferenciados, tendo a capacidade de oferecer melhor conectividade aos terminais. O serviço ANDSF é iniciado pelo terminal, o qual questiona a rede, através da interface S14, baseada em OMA-DM. A informação fornecida pelo ANDSF diz respeito à configuração do operador: políticas de mobilidade e encaminhamento inter-sistema. Normalmente, ambas fornecem várias regras (com diferentes prioridades) que permitem controlar qual a rede a ser selecionada pelo terminal em cada momento. Cada regra possui informação específica, nomeadamente as localizações e/ou horas de preferência para a utilização de determinada rede de acesso.

A informação trocada entre o ANDSF e o terminal móvel é representada através de *ANDSF Management Objects* (MOs), normalizados no TS 24.312 [4], que especificam a localização do UE, informação de descoberta de rede, bem como de mobilidade e encaminhamento. Além disso, devido à sua integração no ecossistema EPC, o ANDSF pode ser facilmente integrado noutras entidades da infraestrutura do operador, para a realização de decisões mais avançadas, nomeadamente tendo em conta o estado de ocupação da rede ou a ausência de falhas.

2.2. HostSpot 2.0

O HS2.0¹ é uma norma que permite o acesso Wi-Fi automatizado e seguro, sem intervenção humana, facilitando o *roaming* entre redes Wi-Fi públicas pertencentes ao mesmo consórcio. Baseado na norma IEEE802.11u [5], a qual determina procedimentos de descoberta e seleção de rede, permite a transferência de informação acerca de redes externas, usando o protocolo *Access Network Query Protocol* (ANQP) para troca de informação entre o terminal e um ponto de acesso (AP) Wi-Fi. O HS2.0 fornece uma funcionalidade mais avançada, descobrindo parceiros de *roaming* Wi-Fi, através de procedimentos similares aos do 3GPP, bem como determina as capacidades dos mesmos.

A arquitetura de serviço do HS2.0 pode ser dividida em 3 entidades (ver Figura 1): o operador *HotSpot*, o fornecedor de Serviço móvel (SP) e os terminais.

O **Operador HotSpot** representa os fornecedores de acesso Wi-Fi, que podem ser um ISP com uma rede baseada nessa tecnologia, um operador de redes móveis (*Mobile Network Operator – MNO*), ou operador de

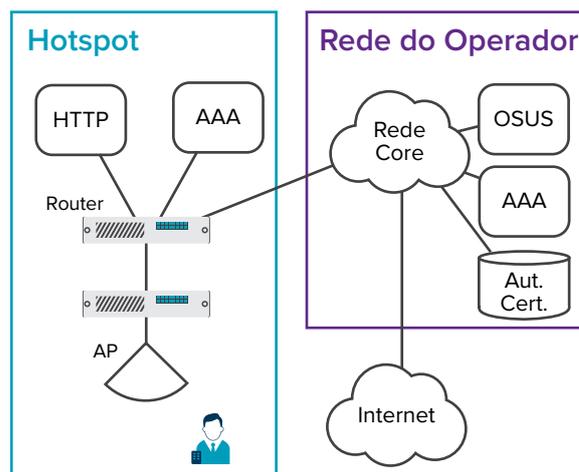


Figura 1 - Arquitetura do HS2.0

rede virtual móvel (*Mobile Virtual Network Operator – MVNO*). Basicamente, o operador *HotSpot* providencia um servidor HTTP com a capacidade de gerir a realização de procedimentos de registo, autenticação e troca de informação com o terminal. Também requer a integração com uma infraestrutura AAA para encaminhamento de mensagens de autenticação para o servidor AAA do fornecedor de serviço de rede, ao qual o terminal se está a ligar.

O **Fornecedor de Serviço** representa o operador móvel que fornece ao utilizador a subscrição do serviço móvel, e é identificado por um *Network Access Identifier* (NAI). Este fornecedor é composto pelos seguintes serviços: *Online Sign Up* (OSU), AAA, servidor de políticas e servidor de subscrições. O servidor de OSU é responsável pela execução do procedimento de *online sign up* com o terminal, oferecendo a seleção de um plano para obter acesso à rede com as respetivas credenciais. O servidor AAA é responsável pela autenticação dos terminais pelo operador *HotSpot*, fornecendo acesso Internet ao terminal, através das credenciais obtidas pelo servidor de OSU. O servidor de políticas fornece políticas ao terminal, na forma de *Management Objects* (MO) definidos na norma respetiva [2].

As primitivas suportadas no HS2.0 são parcialmente baseadas no IEEE802.11u, e são trocadas entre o terminal e o AP Wi-Fi.

A utilização do HS2.0 é baseada na realização de um conjunto de procedimentos: descoberta, registo, provisionamento e acesso.

Na **descoberta**, o terminal deteta APs que suportem HS2.0 e questiona as suas capacidades através do protocolo ANQP.

No **registo**, o terminal realiza o procedimento de OSU para uma conta no fornecedor de serviço.

¹ O HS2.0 é comumente conhecido como *Passpoint*, associado à nova certificação da próxima geração inteligente de *Hotspots* Wi-Fi, assegurado que os pontos de acesso e os clientes cumprem as especificações técnicas.

No **aprovisionamento**, os certificados e políticas recebidos após o registo são instalados no terminal.

3. Integração ANDSF e HS2.0

3.1. Aspectos complementares

Tanto o ANDSF como o HS2.0 pretendem auxiliar o terminal na descoberta e seleção de uma rede de acesso, dentro de um conjunto de redes disponíveis, com base numa política predefinida. Como foi mencionado anteriormente, o ANDSF é baseado no 3GPP, sendo um componente EPC, disponibilizando a interface S14 entre o terminal e o servidor ANDSF. A lista de redes de acesso disponíveis fornecida pelo ANDSF está associada à localização do terminal. Esta lista deverá existir numa base de dados do lado da rede. Desta forma, o ANDSF apenas oferece indicações sobre APs geridos pelo operador, não contemplando APs privados, mesmo quando estes ofereçam melhores condições.

Os clientes HS2.0 e os pontos de acesso operam sobre a norma IEEE 802.11u e tentam obter informação sobre as capacidades de pontos de acesso individuais, no alcance rádio desses clientes. Quando um terminal está numa zona metropolitana que implante um grande número de pontos de acesso para uso público e privado, obter e analisar as capacidades individuais de cada AP pode revelar-se um processo custoso e demorado. Tal é ainda mais evidenciado no caso de existirem vários APs com o mesmo SSID, ou quando um grande número de utilizadores tenta aceder-lhes simultaneamente, esperando mais tempo pelas respostas aos pedidos ANQP.

Desta forma, ao assegurar este comportamento complementar entre as duas tecnologias, podem-se realizar procedimentos que resultem na seleção otimizada do melhor ponto de acesso, tendo em conta a qualidade de experiência do utilizador, e contribuindo para um aumento da transição de utilizadores da rede móvel para redes Wi-Fi.

A Tabela 1 sumariza a comparação entre os dois protocolos, tendo por base um conjunto de funcionalidades selecionadas.

	ANDSF	HotSpot 2.0
Interface de comunicação	3GPP (interface S14 na norma 3GPP EPC)	Wi-Fi (norma IEEE 802.11u na Wi-Fi Alliance)
Tipos de tecnologias de acesso identificáveis	3GPP ou não-3GPP	Não-3GPP (só Wi-Fi)

	ANDSF	HotSpot 2.0
Objetos de gestão para descrição de políticas	OMA-DM	OMA-DM
Informação devolvida na sinalização de <i>Request</i>	Localização atual do terminal	Vários tipos de pedidos para averiguar capacidades dinâmicas e informação de um ponto de acesso Wi-Fi
Informação devolvida na sinalização de <i>Response</i>	Política estática	Política estática + capacidade dinâmica de pontos de acesso Wi-Fi

Tabela 1 - Comparação ANDSF/HS2.0

3.2. Benefícios

Com base nos aspectos complementares do ANDSF e do HS2.0, descrevemos aqui os benefícios possíveis, ilustrando-os com casos de uso onde a sua combinação permite a obtenção de valor acrescentado.

Conservação energética

Uma das principais vantagens de integrar o ANDSF e o HS2.0 é a contribuição para a conservação energética no terminal. Uma vez que o servidor ANDSF recebe o pedido de informação, vai verificar as políticas com base na localização e preferências do terminal, priorizando a lista de pontos de acesso candidatos, antes de a devolver ao mesmo. Esta lista irá reduzir o tempo de descoberta dos inúmeros APs individuais, reduzindo assim o consumo desnecessário de bateria utilizada na sinalização ANQP entre o terminal e pontos de acesso com menos prioridade.

Seleção otimizada de APs

Neste caso, o terminal recebe uma lista do ANDSF com os APs disponíveis num local com muitos dispositivos a tentarem aceder aos pontos de acesso. O terminal verifica a lista prioritizada de APs, com base numa política previamente definida. Suponhamos que existem dois APs prioritários, AP1 e AP2, entre outros, e que a qualidade do sinal recebido pelo terminal do AP1 é superior à do AP2. Nesta situação, o AP1 sofre um grande número de pedidos de associação, simultaneamente com um aumento da utilização da largura de banda por parte dos utilizadores já ligados. Assim, o AP2 assume uma prioridade mais elevada como escolha para AP de

ligação. Através da informação obtida pelo HS2.0, via sinalização ANQP, e em particular pela análise das métricas WAN que representam a largura de banda atual do *backhaul*, o AP2 é selecionado. Desta forma, a melhor ligação é sempre garantida.

4. Implantação de ANDSF/HS2.0

Para demonstrar as vantagens da utilização integrada do ANDSF e HS2.0 no suporte à descoberta e seleção de redes de acesso complementares, foi desenvolvido um cenário experimental onde um terminal móvel se encontra ligado a uma rede 3GPP, numa zona onde figuram vários pontos de acesso Wi-Fi. Estes pontos de acesso estão implantados como alternativa complementar de ligação. Esta situação, bastante comum hoje em dia, assume que o terminal está a utilizar um serviço de *streaming* (e.g., vídeo), recebendo um fluxo contínuo de dados da Internet. Com o intuito de aproveitar a disponibilização da rede de acesso Wi-Fi complementar, o cenário vai avaliar a utilização de diferentes mecanismos, nomeadamente: (1) sem recurso a qualquer mecanismo de suporte, (2) com recurso apenas ao ANDSF, (3) com recurso apenas ao HS2.0 e (4) com recurso a ambas as tecnologias, operando em conjunto. O cenário contempla ainda o *handover* entre as redes 3GPP e Wi-Fi, com vista a manter a ligação ativa (mantendo o endereço IP), utilizando para isso um protocolo de gestão de mobilidade IP (PMIP – *Proxy Mobile IP*) [6].

O objetivo desta avaliação experimental é apresentar a forma mais eficiente de escolher o melhor AP Wi-Fi, dentro das várias alternativas possíveis, segundo o seguinte conjunto de cenários:

- **Cenário 1** – Este cenário representa o caso de uso mais comum hoje em dia, onde o terminal não possui nenhuma tecnologia adicional para o suportar na descoberta e seleção de uma rede complementar. Neste caso, o terminal móvel realiza uma análise do seu espaço a fim de descobrir quais as redes Wi-Fi disponíveis, e seleciona a que tiver a melhor potência de sinal.
- **Cenário 2** – Neste cenário, o terminal recolhe informação de todos os pontos de acesso na área, mas faz também uso da tecnologia HS2.0, obtendo informação extra através de elementos ANQP, tais como a largura de banda disponível, fornecedores de serviço, consórcios de *roaming*, etc. Baseando-se na informação recebida, o terminal seleciona a melhor alternativa Wi-Fi possível.
- **Cenário 3** – Neste cenário, em vez de recolher a informação de cada AP individualmente, o terminal móvel contacta o ANDSF, inquirindo-o acerca da melhor alternativa de rede para a localização e hora atuais. A resposta por parte

do ANDSF restringe as opções de escolha do terminal móvel, tendo em conta a priorização das mesmas, indicando apenas as que o ANDSF controla. Dessa lista, o terminal escolhe a mais prioritária, ou, no caso de igual prioridade, a que tiver melhor qualidade de sinal.

- **Cenário 4** – Neste cenário os mecanismos ANDSF e HS2.0 são combinados, tirando partido do melhor dos cenários anteriores. Em particular, o terminal recorre ao ANDSF para ter uma lista filtrada de quais os APs prioritários e, usando ANQP/HS2.0, inquire-os a fim de obter informação complementar acerca das condições da rede em cada um deles.

4.1. Plataforma experimental

Para esta avaliação foi utilizada a plataforma de teste AMAZING [7] que é composta por 24 nós, com *hardware* e *software* idênticos, dispostos no telhado do Instituto de Telecomunicações, Pólo de Aveiro. Cada nó é um pequeno computador com duas interfaces Wi-Fi e uma interface Ethernet. Foram selecionados 5 nós para a realização desta experiência, instalando o sistema operativo Linux (Ubuntu 12.04 LTS). A Figura 2 descreve a topologia da rede idealizada com os respetivos nós.

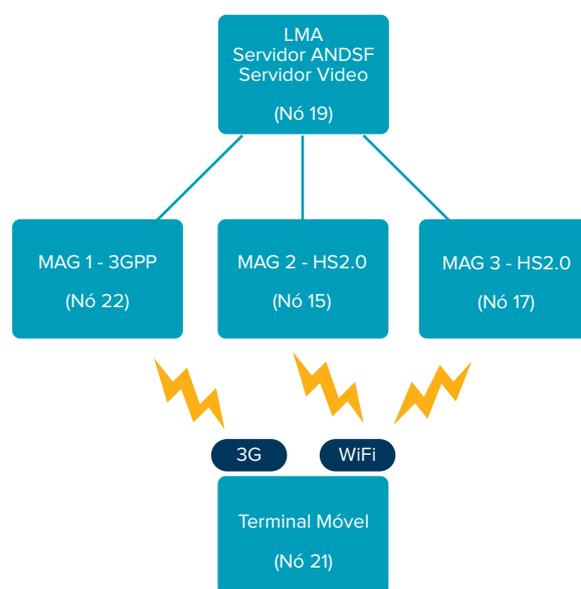


Figura 2 - Topologia de Rede utilizada

O nó 19 contém o servidor ANDSF, um servidor que executa uma sessão de *streaming* (i.e., vídeo) com o terminal, e tem um componente *Localized Mobility Anchor* (LMA) do protocolo *Proxy Mobile IPv6* (PMIPv6), usado na realização de procedimentos de mobilidade IP. Apesar de não estar diretamente relacionado com os aspetos focados neste artigo, este procedimento permite ao

terminal mudar da rede 3GPP para Wi-Fi sem ter que negociar um novo endereço IP com a rede e sem ter que reestabelecer a ligação com o servidor do *stream* de vídeo. Esta entidade LMA é responsável por alocar os fluxos IP dos pontos de acesso aos quais o terminal se liga, denominados de *Mobile Access Gateway* (MAG). Neste caso, a componente PMIPv6 foi assegurada pela implementação *open source* OPMIP [8].

Os nós 22, 15 e 17 correspondem a instâncias MAG, com o respetivo OPMIP-MAG instalado. Em cada um destes nós também está instalado o HostAPD que permite utilizar as suas interfaces Wi-Fi como APs. Mais especificamente, para a realização dos testes, o nó 22 utiliza Wi-Fi, mas representa figurativamente uma célula 3GPP. Os nós 15 e 17 são configurados com HS2.0, tendo sido aplicada uma autenticação do tipo EAP-SIM (*EAP for GSM SIM*) [9], colocando alguns valores estáticos para os elementos ANQP/HS2.0. A única diferença entre estes dois nós reside no elemento "WAN Metric", onde são definidos os valores para a largura de banda do *uplink/downlink*. Neste caso, o nó 15 está configurado com uma largura de banda de 1 Mbps e o nó 17 com 100 Mbps.

O nó 21 corresponde à instânciação do terminal móvel, onde foi instalado o ODTONNE [10] para gerir as ligações entre as duas interfaces e a transição da sessão de dados entre ambas. Foi também instalado um cliente ANDSF para obter as políticas do servidor ANDSF e o *WPA_Supplicant* para obter os elementos ANQP/HS2.0 dos APs, bem como para realizar todos os processos associados à autenticação EAP-SIM.

4.2. ANDSF

Para esta experiência, tanto para o cliente como para o servidor ANDSF, foi utilizado *software* livre. Para o servidor ANDSF foi utilizado o Funambol DM Server v3.5.2 com JBOSS v3.2.8. Esta componente foi configurada com as políticas necessárias para a realização da experiência. No caso do cliente ANDSF, foi desenvolvida uma aplicação baseada na biblioteca *libdmclient*, uma biblioteca *open source* para a implementação do protocolo OMA-DM 1.2 do lado do cliente.

4.3. HotSpot 2.0

A inclusão de funcionalidades HS2.0 nesta experiência

requeriu a utilização do *HostAPD* e *WPA_Supplicant* que suportam as operações HS2.0 para o lado do servidor e do cliente, respetivamente. Estas ferramentas podem ser nativamente utilizadas em ambientes Linux e Android para a realização dos procedimentos de associação e autenticação Wi-Fi. Também são compatíveis com Windows, embora não possam ser usados nativamente.

4.4. Execução do cenário

Neste trabalho experimental foram realizadas diferentes instâncias dos cenários apresentados anteriormente. Por motivos de espaço, vamos focar-nos apenas no cenário 4, onde a utilização do ANDSF é combinada com a do HS2.0 (ver Figura 3).

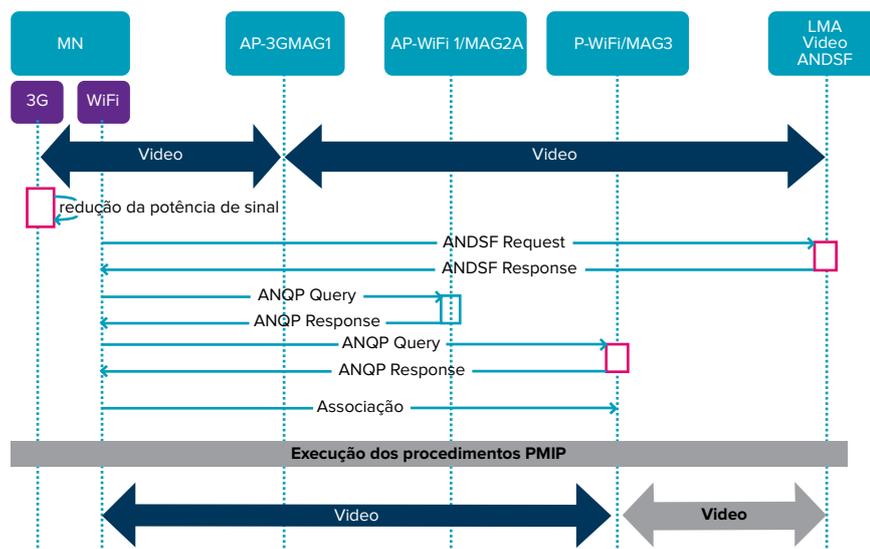


Figura 3 - Sinalização do cenário

- 1) O terminal móvel inicia a *stream* multimédia através da interface 3GPP;
- 2) O terminal move-se no sentido oposto ao do AP a que está atualmente ligado, produzindo uma perda da potência do sinal;
- 3) O terminal inquire o servidor ANDSF;
- 4) O terminal utiliza a informação contida na resposta ANDSF para limitar a lista de pontos de acesso a analisar, e envia pedidos ANQP apenas aos APs contidos nessa lista;
- 5) Baseado nas respostas ANQP de cada AP individual, o terminal descobre o AP com melhor largura de banda e liga-se ao mesmo através da sua interface Wi-Fi;
- 6) O terminal envia um pedido de estabelecimento IPv6 (*Router Solicitation*) para a nova interface, que desencadeia o procedimento PMIPv6 do lado da rede;

- 7) O terminal recebe a informação de configuração IPv6 (*Router advertisement*) e configura o seu endereço, o qual é idêntico ao da rede anterior;
- 8) O tráfego da *stream* multimédia passa a ser recebido pela interface Wi-Fi do terminal.

5. Conclusões

O conceito baseado na operação conjunta entre o ANDSF e o HS2.0 permitiu realizar uma seleção mais otimizada do ponto de acesso à rede, quando comparada com a sua operação isolada, por observação direta da redução do número de mensagens trocadas, bem como da seleção do AP com melhores condições de rede configuradas. Esta é uma indicação clara de que uma solução combinada, atualmente em desenvolvimento no 3GPP, é uma abordagem possível. De notar que questões mais complexas no âmbito da rede, tais como as credenciais necessárias e a partilha de infraestrutura de segurança e autenticação entre a rede móvel e a Wi-Fi não foram analisadas neste trabalho. Desta forma, tendo em consideração aspetos de Qualidade de Serviço ou a mobilidade de fluxos de dados, restam ainda vários pontos analisáveis para a realização de uma solução conjunta completa, tendo em conta o compromisso entre a complexidade de integrar ambas as redes e os benefícios atingidos pela sua operação conjunta.

Além disso, o trabalho experimental realizado provou também que, apesar do ANDSF e do HS2.0 contribuírem para uma melhor seleção de rede, apenas impactam uma parte específica de todo o processo de transição

da sessão de dados. Em particular, de forma a permitir a realização deste cenário, foi necessária a integração de dois aspetos complementares. Primeiro, o terminal móvel necessita de suportar algum tipo de procedimento de suporte à gestão da transição da sessão de dados entre interfaces de rede, e que opere com base na informação obtida por via do ANDSF e do HS2.0. Tal surge também da necessidade de o terminal móvel possuir capacidades de processar informação ANDSF e HS2.0, para além do seu mero suporte. Em segundo lugar, de forma a fornecer uma experiência móvel sem interrupção da qualidade de experiência do utilizador, os procedimentos de gestão de mobilidade IP precisam de estar em curso. Apesar do ANDSF e do HS2.0 otimizarem a seleção de rede e a transição da sessão de dados, outros processos tais como a mobilidade e a continuidade de fluxos de dados, estão para além das suas capacidades normalizadas. Estas constituem uma grande área de trabalho em curso pelo 3GPP e o IETF que, infelizmente, nem sempre estão em sintonia. Além disso, mesmo em ambas as entidades de normalização, existem diferentes protocolos e versões da arquitetura em uso, que modificam, por vezes radicalmente, a forma de como realizam a gestão de mobilidade. O que significa isto para os operadores de redes móveis que necessitam de disponibilizar este tipo de funcionalidade num futuro próximo? Como irão estes desenvolvimentos influenciar as novas considerações apresentadas pelos novos programas de investigação, tais como o Horizonte 2020? Estas são algumas das questões que o próximo Projeto de Inovação IM3W (Integração e Mobilidade em Redes 3GPP/Wi-Fi) pretende endereçar.

Referências

- [1] 3GPP TS 24.302, "Access to the 3GPP Evolved Packet Core (EPC) via non-3GPP access networks", v12.4.0, Março, 2014.
- [2] Wi-Fi Hotspot 2.0 Technical Specification R2 V4.00.
- [3] 3GPP TS 24.402, "Architecture enhancements for non-3GPP accesses", v12.5.0, Junho, 2014.
- [4] 3GPP TS 24.312, "Access Network Discovery and Selection Function (ANDSF) Management Object (MO)", v12.5.0, Junho, 2014.
- [5] IEEE Draft Standard for Information Technology-Telecommunications and information exchange between systems-Local and Metropolitan networks-specific requirements-Part II: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Amendment 7: Interworking with External Networks," IEEE P802.11u/D12.0, Setembro 2010. , vol., no., pp.1,190, Set. 9 2010.
- [6] S. Gundavelli, K. Leung, V. Devarapalli, K. Chowdhury, and B. Patil "Proxy Mobile IPv6", RFC 5213, August 2008.
- [7] <http://amazing.atnog.av.it.pt/>
- [8] <http://atnog.av.it.pt/opmip>
- [9] <http://atnog.av.it.pt/odtone>
- [10] IETF, "Extensible Authentication Protocol Method for Global System for Mobile Communications Subscriber Identity Modules", RFC 4186, January 2006.

CONTROLO DE CONGESTIONAMENTO EM REDES MULTI-TECNOLOGIA



Carlos Parada
(PT Inovação)



Miguel Santos
(PT Inovação)



Susana Sargento
(IT/UA)



Duarte Santos
(IT/UA)

RESUMO

Este trabalho sobre o controlo de congestionamento em redes 4G tem como objetivo identificar e resolver casos de congestionamento em redes móveis. Propõe e implementa uma arquitetura que é capaz de identificar problemas de congestionamento em redes de acesso, através da monitoria dessas redes, utilizando métricas recolhidas através de um sistema de gestão de redes, como o ALTAIA. Este contém KPIs (*Key Performance Indicators*) que avaliam a rede e também informação de clientes, para uma célula específica, obtidas através de *probes* ativas. O módulo CAC (*Call Admission Control*), proposto no PCRF, é responsável por aplicar um conjunto de regras concebidas para solucionar casos de congestionamento. As políticas escolhidas afetam diretamente os utilizadores na célula congestionada, fazendo com que os níveis de ocupação baixem e com que, conseqüentemente, a célula se torne estável. Foram identificados e demonstrados vários casos de uso de congestionamento, que demonstram a eficácia das regras aplicadas à rede, serviços e utilizadores.

PALAVRAS-CHAVE

Congestionamento, PCRF, CAC, ALTAIA, QoS, ARQoS, KPIs



1. Introdução

evolução dos dispositivos móveis que, para além das funcionalidades de comunicações de voz e de texto, oferecem serviços cada vez mais populares como conteúdos multimédia, vídeo e jogos *online*, tem imposto um crescimento exponencial no tráfego das redes móveis. Apesar do aumento da capacidade das redes para transmitir informação, o crescimento do tráfego de utilizadores superou o crescimento da capacidade das redes.

Este crescimento exponencial de dados celulares representa uma grande preocupação para os operadores de redes móveis; consequentemente, a utilização eficaz de todos os recursos disponíveis é extremamente importante. As ações de detetar, evitar e controlar congestionamento através das melhores soluções são muito importantes para maximizar recursos e oferecer o melhor serviço aos utilizadores.

Para detetar e evitar o congestionamento, numa primeira fase é avaliado o estado da rede no seu nível mais baixo, diretamente no *NodeB* e no *Radio Network Controller* (RNC). Em 3G, por exemplo, fatores como a indisponibilidade de códigos ou a falta de recursos de energia podem causar congestionamento. Esses fatores devem ser escolhidos e avaliados para deduzir um valor qualitativo para o estado da rede.

A segunda fase consiste em identificar os utilizadores que consomem mais tráfego e agir diretamente nos serviços destes de modo a aliviar a carga na célula congestionada. As ações sobre estes utilizadores têm que ter em consideração o tipo de serviço contratado pelos clientes. Clientes com um serviço superior devem ter um serviço melhor do que os clientes com um plano de serviço inferior, de acordo com as políticas do operador.

Depois de ser avaliada toda a informação sobre o estado da célula e de se decidirem as ações a serem tomadas, o resultado deve ser transferido para o elemento de rede que irá forçar as alterações nos serviços dos clientes. Após esta fase, são criadas novas políticas na rede dentro do módulo PCRF (*Policy Charging and Rules Function*), que é responsável pela criação de regras dinâmicas que podem ser introduzidas na rede para controlar o congestionamento. O *downgrade* do tipo de serviço ou até mesmo a exclusão de clientes de baixa prioridade são algumas das ações consideradas no conjunto de regras para terminar o congestionamento.

Este artigo apresenta uma solução para o sistema de

avaliação do estado da rede através de KPIs e *probes* ativas, de análise do estado de congestionamento e da escolha das políticas e regras a implementar no PCRF. A solução é testada na extensão do PCRF, com o mecanismo de controlo de admissão de chamadas, e os resultados das políticas implementadas são apresentados.

2. Sistemas de gestão, probing e mecanismos de controlo de admissão

Nesta secção descrevem-se várias soluções no âmbito deste trabalho.

2.1. Sistemas de Gestão de Rede

Os sistemas de gestão de rede (NMS - *Network Management System*) recolhem as métricas necessárias para executar as funcionalidades CAC no PCRF.

Arieso Geo [1] é um produto NMS desenvolvido pela Arieso que consiste numa plataforma capaz de localizar, armazenar e analisar dados provenientes de redes de acesso rádio, para entregar informações aos operadores. Com a plataforma Arieso Geo, a Arieso afirma que é capaz de oferecer informação precisa acerca da localização dos utilizadores dentro da célula e de reconhecer problemas na rede de acesso rádio, sendo capaz de localizar o utilizador e verificar a qualidade dos seus serviços. Este produto oferece mapas com a infraestrutura do utilizador e também mostra onde os problemas estão a ocorrer, detetando congestionamento/falhas na rede de acesso.

O Altaia é uma plataforma NMS desenvolvida pela PT Inovação que tem como principal objetivo o armazenamento de KPIs e de parâmetros de QoS da rede. Também é capaz de criar estatísticas sobre o desempenho da rede, tornando-se bastante útil para os fornecedores de serviços. Para o efeito utiliza diversos módulos, nomeadamente:

- **CDR e análise de medição:** é capaz de adquirir informações relacionadas com o *charging* e a sua análise;
- **Medições de tráfego e desempenho de rede:** mede o tráfego em diferentes tecnologias de acesso e avalia o desempenho da rede;
- **Qualidade das medições da utilização dos serviços:** reúne informação sobre QoS dos serviços

prestados pela rede;

- **Análise da garantia de serviço:** analisa a disponibilidade dos serviços na rede, como períodos de inatividade;
- **Criação de alarmes:** o Altaia é capaz de gerar alarmes com base na comparação de métricas com limiares;
- **Monitoria e processamento do desempenho do alarme:** considerando métricas que avaliam o desempenho da rede, pode monitorá-las e processar a informação;
- **Gestão de métricas de rede e de serviços (KPI e Key Quality Indicators - KQI):** a plataforma Altaia consegue gerir métricas de diferentes fornecedores, obtendo os principais KPI e KQI utilizados para a avaliação do estado da rede, e permitindo aos fornecedores de serviços gerir as suas redes;
- **Gestão de SLA (Service Level Agreement):** avaliação das métricas relacionadas com a disponibilidade dos serviços e o seu desempenho.

Com as informações reunidas, o Altaia é capaz de descobrir problemas de rede e fornecer informações sobre as células que necessitam de ser atualizadas. A informação pode ainda ser usada para construir políticas de rede, uma vez que pode dar informações sobre o estado do congestionamento, por exemplo.

2.2. Probing de rede e de serviços

O *probing* de redes e de serviços permite a aquisição de informação relevante, incluindo informação sobre o comportamento do utilizador na rede (utilização de largura de banda) e sobre o conteúdo específico (as aplicações utilizadas e a quantidade de dados transferidos).

ArQos [2] é uma plataforma de sistema da PT Inovação que avalia os níveis de QoS e de QoE nas redes. Utilizando diferentes métodos de *probing*, o ArQos é capaz de obter informações sobre a rede detetada, qualidade do serviço e o nível de desempenho experienciado pelo utilizador e pelo serviço. Esta solução permite que os fornecedores de serviços reúnam informação sobre a qualidade experienciada nas suas redes conseguindo, assim, otimizar e resolver os problemas que surgem. É capaz de executar *probing* em linhas de telefones fixos e redes móveis, conseguindo testar o desempenho destas redes. Esta solução também pode ser utilizada para testar novos serviços ou atualizações feitas na rede antes do seu lançamento comercial. Para fornecer estas funcionalidades, o ArQos utiliza diversos sistemas de *probing* divididos em duas categorias [3]:

- **Probing intrusiva** - também chamada de modo ativo, utiliza componentes de *hardware* e de

software. Este tipo de *probing* interfere com o normal funcionamento das redes para inferir a qualidade dos serviços prestados. É utilizada para medir a disponibilidade do serviço, a qualidade do serviço rádio e o desempenho da rede, simulando as atividades e os eventos típicos dos utilizadores nas redes.

- **Probing não intrusiva** - também chamada de modo passivo, tem componentes de *hardware* e *software* que não interferem no normal funcionamento da rede e que determinam os KPI da rede e dos serviços. Analisa o tráfego na rede, como o tráfego VoIP, incluindo mensagens de sinalização para avaliar QoS e QoE.

A *deep packet inspection* (DPI) é uma técnica utilizada nas redes que permite inspecionar os pacotes de dados que circulam na rede. Esta ação permite obter informações de níveis elevados (na camada 7) que podem ter diferentes utilizações [4], como a aquisição de QoS de serviços através da inspeção dos pacotes e atuar na rede de acordo com a informação contida nos pacotes.

A solução LanGuardian DPI [5] pode executar a monitoria de tráfego na rede e detetar congestionamento. Além disso, consegue detetar utilizadores que estejam a receber serviços *live streaming*. A *Dynamic Actionable Recognition Technology* (DART) [6] é uma solução DPI da Allot que permite identificar a aplicação, os dispositivos, os utilizadores e a topologia de rede. Consegue ainda descobrir a QoS de serviços para fornecer melhor QoE aos utilizadores.

A solução QoS MOS Deep [7] é um *software* de *probing* DPI para telecomunicações que é capaz de recolher dados de tráfego em tempo real e extrapolar informação preciosa para sistemas de terceiros. A *probing* QoS MOS Deep fornece informação específica e detalhada, orientada para o utilizador, ideal para a criação dos seus perfis e preferências (agregação de dados por minuto, por utilizador e por aplicação). Esta avaliação pode obter informação muito detalhada sobre o utilizador, detetar aplicações encriptadas como o P2P ou o Skype, identificar aplicações integradas no Facebook, identificar diferentes tipos de serviços como *chat*, transferência de ficheiros ou VoIP de aplicações como o Skype ou o *Instant Messaging*. Este *probing* também consegue detetar *meta* dados de aplicações como o HTTP URL, o perfil do utilizador do Facebook e até mesmo as relações no Twitter.

A solução Procera NAVL [8] é um DPI que fornece, em tempo real, a classificação de aplicações na camada 7 OSI e a extração de *meta* dados para a rede. O NAVL aplica técnicas de inspeção de pacotes, permitindo a correspondência de padrões e reconhecendo o tipo de serviço. Este método de correspondência de padrões permite a criação de análises comportamentais e esta-

tísticas que podem ser utilizadas para implementar políticas na rede.

2.3. Call Admission Control - CAC

Em [9] apresentam-se dois mecanismos de CAC, de modo a controlar a admissão de chamadas VoIP, tendo em conta as estatísticas de dias anteriores, por períodos de 15 minutos ou com base no estado atual da célula. O primeiro mecanismo CAC, denominado “BR CAC”, baseia-se na reserva da largura de banda para o tráfego VoIP, dada a taxa de chegada e as estatísticas obtidas de dias anteriores. O segundo mecanismo, denominado “DCAC”, não reserva largura de banda e não utiliza dados estatísticos; em contrapartida, utiliza o estado de ocupação da célula.

Em [10] apresenta-se um algoritmo genérico que obtém informação a partir dos requisitos de QoS para utilizadores e escolhe a melhor tecnologia de acesso para esse pedido, quando a rede recebe um pedido de uma nova ligação ou serviço, tendo em conta os recursos disponíveis de cada tecnologia e a prioridade do pedido (a transferência tem maior prioridade). Se a tecnologia de acesso escolhida não tiver recursos suficientes, vai tentar fazer o *downgrade* das sessões com menor prioridade.

Em [11] apresenta-se um mecanismo CAC híbrido e adaptável (HCAC) para redes LTE. Este mecanismo tem a vantagem de utilizar RB (*Resource Blocks*). Com a utilização de RB, o eNB (*evolved NodeB*) consegue verificar a ocupação em tempo real e ver quem consome a maior parte (os RB são atribuídos de acordo com o tipo de classe de serviço (QCI) e cada classe tem a sua própria fila). Este mecanismo tem preferência por transferências em vez de pedidos de novas ligações (novos utilizadores). Quando não tem recursos suficientes (RB), pode reduzir os RB associados ao tráfego não-GBR para realizar um *downgrade*.

Em [12] apresenta-se um algoritmo CAC e um gestor de recursos. Esta solução baseia-se na introdução de um intervalo de guarda para transmissão, que dá maior prioridade a serviços em tempo real, com base no atraso. Assim, o algoritmo está pronto para se adaptar dinamicamente ao nível de congestionamento, analisando constantemente o atraso. Mais especificamente, a latência do tráfego em tempo real é medida constantemente e, quando excede um limite predefinido, o número de RB atribuídos ao tráfego aumenta. Consequentemente, os RB de tráfego que não são em tempo real sofrem um decréscimo. Além disso, o tráfego em tempo real tem uma largura de banda limitada, que ao ser atingida pára de aceitar pedidos.

Em [13] apresenta-se o algoritmo CAC que dá preferência ao tráfego em tempo real. Neste mecanismo, um serviço é sempre aceite quando existe largura de

banda suficiente. Na situação oposta, será diminuída a largura de banda do tráfego que não tem requisitos de tempo real, o que será suficiente para acomodar um novo pedido. Se esta diminuição for suficiente, faz-se o *downgrade* e aceita-se o pedido; caso contrário, o pedido é rejeitado. Mais tarde, quando há largura de banda disponível, são atualizados os serviços aos quais se fez o *downgrade*.

A solução proposta neste projeto trabalha nesse sentido, mas utiliza um módulo que pode reunir informação sobre o estado da rede (proveniente de um sistema de gestão e de *probing*) para atribuir um nível de congestionamento para a RAN (*Radio Access Network*) considerada. Este nível de congestionamento é calculado com base nos parâmetros reunidos e é utilizado, mais tarde, nas políticas PCRF para agir de acordo com o congestionamento. O conjunto de regras criado atuará sobre os utilizadores na célula e iniciará a resolução do congestionamento da rede.

3. Arquitetura da solução

Para melhorar a solução CAC, o PCRF deve detetar o nível de congestionamento da rede e receber o máximo de informação disponível sobre os utilizadores na célula congestionada (ID, taxa de processamento, QoS, etc.). Esta informação pode ser dividida em dois tipos: a informação relacionada com o estado da rede (o congestionamento da célula) e a informação relacionada com os subscritores na célula. O primeiro tipo de informação é retirado de componentes RAN, tais como as métricas (contadores, percentagens, etc.) que podem descrever o número de falhas, a percentagem de ocupação e a percentagem de disponibilidade, entre outros fatores. Nesta solução, um relatório sobre o sistema de gestão de redes será avaliado por um módulo denominado “Avaliação da Métrica”, que irá transmitir ao PCRF, dados relativos ao congestionamento. Deste modo, poderão ser forçadas políticas para que os subscritores tenham a rede numa situação estável. A solução proposta consiste em interpretar as métricas recebidas pelos componentes de rede e avaliá-las para decidir se o PCRF deve ser ou não alertado sobre elas.

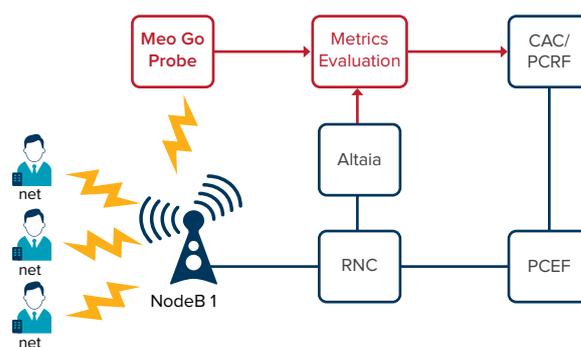


Figura 1 - Arquitetura da solução proposta

São criados novos conjuntos de regras para incluir as métricas e os parâmetros obtidos através de *probing*. A interface CAC deve ser atualizada para suportar os novos fatores recebidos deste componente externo (o módulo “Avaliação da Métrica”) e a decisão CAC deve aplicar conjuntos de regras específicos dependendo da informação recebida. A arquitetura da solução proposta está representada na Figura 1.

4. Detecção de congestionamento

O primeiro passo nesta solução é a detecção e a antecipação de problemas que irão ocorrer na rede de acesso rádio. Para determinar estes fatores, desenvolveu-se um programa na linguagem de programação Java, que irá obter o estado do *NodeB*. Este programa lê um ficheiro Excel com um relatório do sistema de gestão de rede, que contém uma grande quantidade de dados relativos ao estado do *NodeB* que devem ser processados e analisados. Os campos apresentados no relatório devem ser comparados com outro conjunto de campos — os campos de interesse —, de modo a determinar os possíveis problemas na rede. Quando um campo do relatório corresponde a um campo de interesse, o valor associado ao fator escolhido é comparado a um limiar definido para esse fator. Se este valor transgredir o limiar definido, o valor de congestionamento é alocado (com base no algoritmo).

Neste caso, a RAN precisa de uma intervenção, portanto, o PCRF deve ser informado para tomar as medidas adequadas para evitar o congestionamento. Antes de informar o PCRF, o programa continua a realizar uma pesquisa no relatório para avaliar se houve mais algum fator de interesse a ser transgredido. Sempre que um campo do relatório recebido do sistema de gestão de redes transgredir o limiar definido, aloca-se um nível de congestionamento: se se verificar que este caso de congestionamento é pior em comparação com a situação anterior, o valor a ser enviado é o que representa o pior caso de congestionamento. Depois de verificar todos os campos referentes a um *NodeB*, é altura de verificar se é necessário informar o PCRF. Se se considerar que algum campo transgrediu os limites definidos, o nível de congestionamento será maior do que 0. Os níveis finais de congestionamento a serem enviados para o PCRF são descritos do seguinte modo:

- Congestionamento inexistente - nível 0;
- Congestionamento baixo - nível 1;
- Congestionamento médio - nível 2;
- Congestionamento alto – nível 3.

Também se pode aceder ao nível de congestionamento com base na informação proveniente de *probing*. Nesta solução, utilizou-se uma sonda que pode monitorar o

estado de um serviço de *streaming* vídeo que circularia na rede e, interpretando o seu funcionamento (por exemplo quando a qualidade de reprodução de um vídeo diminui), é possível reconhecer o congestionamento que está a ocorrer. Esta informação é depois mapeada para um dos três valores de congestionamento descritos anteriormente. O nível 0 também é enviado para o PCRF, uma vez que representa a falta de congestionamento na rede. A simplicidade dos parâmetros transmitidos ao PCRF deve-se à necessidade de processar todos os eventos o mais rápido possível. Toda a complexidade de detetar e analisar o congestionamento deve ser implementada no módulo descrito nesta secção. Depois de feita a última avaliação, gera-se um relatório XML com a identificação da célula e o seu nível de congestionamento. Cria-se uma ligação HTTP com o PCRF e o relatório é enviado. Se nenhum fator tiver sido transgredido e, conseqüentemente, não houver congestionamento, o programa não o denuncia ao PCRF e simplesmente aguarda por outro relatório da RAN para repetir o processo.

5. Políticas do PCRF

Os conjuntos de regras são ficheiros que contêm um conjunto organizado de regras que serão executadas quando ocorre congestionamento. São concebidas em QRE (*Quantum Rule Engine*) que é uma linguagem de programação de regras proprietárias da PT Inovação. Esta linguagem também suporta código escrito em Java para executar ações de maior complexidade. A principal característica do QRE é a sua flexibilidade, que permite alterações no conjunto de regras sem necessidade de as compilar, o que faz deste módulo bastante robusto em ambientes em tempo real. Os conjuntos de regras criados pretendem criar impacto na rede de acesso rádio e mitigar o congestionamento. As ações que o PCRF consegue forçar na rede são as seguintes:

- Redução da taxa de processamento do utilizador;
- Aumento da taxa de processamento do utilizador;
- Exclusão do utilizador.

Com a utilização destas três ações, o PCRF é capaz de controlar e reduzir os níveis de congestionamento na RAN. Para reduzir ou aumentar a taxa de processamento do utilizador, o PCRF tem de atribuir um plano de serviço pior ou melhor a este utilizador. Por exemplo, se um utilizador é tipo *gold* (o melhor plano de serviço, com a mais elevada taxa de processamento) e o PCRF precisa de libertar alguma largura de banda, o plano de serviço deste cliente pode ser reduzido para o tipo *silver* (um plano de serviço com menor largura de banda do que o *gold*). O conjunto de regras construído tem como objetivo avaliar o nível de congestionamento recebido do módulo “Avaliação da Métrica”, que está na interface

CAC. Após este passo, os parâmetros recebidos podem ser utilizados na construção dos conjuntos de regras, na decisão CAC. Na Figura 2, pode ver-se a estrutura do conjunto de regras, com a sua descrição em pseudo código.

```

x1 = small percentage of users;
x2 = medium percentage of users;
x3 = large percentage of users;

% Congestion Resolution
if CongestionValue == 3 then
    SessionstoDowngrade = x3;
    SessionsDowngraded += SessionsToDowngrade;
end
if CongestionValue == 2 then
    SessionstoDowngrade = x2;
    SessionsDowngraded += SessionsToDowngrade;
end
if CongestionValue == 1 then
    SessionstoDowngrade = x1;
    SessionsDowngraded += SessionsToDowngrade;
end

% After Congestion
if CongestionValue == 0 then
    if SessionsDowngraded > 0 then
        SessionsToUpgrade = x1;
        SessionsDowngraded -= SessionsToUpgrade;
    end
end

```

Figura 2 - Política CAC

O conjunto de regras pretende identificar o nível de congestionamento e, com base neste parâmetro, decidir a gravidade da ação a ser tomada. No conjunto de regras da Figura acima é demonstrado que, se a célula estiver muito congestionada, o número de sessões de *downgrade* é mais elevado. Dependendo do nível de congestionamento, as sessões de *downgrade* podem variar. Por exemplo, se o nível de congestionamento que chega ao PCRF tem o valor 1, o número de sessões para fazer o *downgrade* é X % de todos os utilizadores na célula; consequentemente, para o valor 2, faz-se um procedimento semelhante mas a percentagem de sessões de *downgrade* aumenta (aplica-se o mesmo procedimento ao nível 3 de congestionamento). A partir da gama de utilizadores associados à célula problemática, terão que ser escolhidos alguns utilizadores a serem afetados pelas políticas do PCRF. O critério de escolha dos utilizadores a serem afetados pode depender de vários fatores:

- **Opções de Operador:** O operador pode ter as suas próprias preferências relativamente a quem pretende que seja afetado; podem ser aplicados critérios como o plano de serviço do utilizador (o operador pode querer “proteger” os utilizadores que pagam mais pelo serviço). O operador também pode querer “proteger” a QoS das suas aplicações e, portanto, escolhe utilizadores que estejam a usar outras aplicações para que sofram o *downgrade*.
- **QoS:** A QoS pode ser um fator a ter em conta quando é necessário afetar os utilizadores; os utilizadores com valor de QoS mais baixo não deverão ser afetados.
- **Tipo de Serviço:** O tipo de serviço usado pelo utilizador é um dos fatores que pode ser considerado para escolher quem irá sofrer um *downgrade*; diferentes serviços têm diferentes características e a diminuição de largura de banda afeta, de modo diferente, os vários tipos (por exemplo, as consequências da diminuição da taxa de processamento para fazer o *download* de um *e-mail* tem menos impacto do que a diminuição da taxa de processamento disponível para um *streaming* de vídeo).
- **Heavy users:** Os utilizadores com maior impacto na rede, os principais causadores do congestionamento, podem ser selecionados (com base na sua taxa de processamento) e podem ser os primeiros a serem afetados pelo PCRF.

Estas regras serão aplicadas nos casos de usos apresentados na próxima secção. Nesta solução, o tipo de serviço é o critério utilizado para decidir quais os utilizadores que sofrerão um *downgrade*. Os primeiros utilizadores a sofrerem um *downgrade* serão os clientes *Bronze*, depois os clientes *Silver* e por último os clientes *Gold* (com este método os utilizadores que pagam mais têm tendência a ter um serviço melhor, uma vez que serão os últimos a sofrer um *downgrade*). No caso de existir mais do que um utilizador com o mesmo plano de serviços a sofrer um *downgrade*, a escolha deste é aleatória. Quando se decide que um *downgrade* deve acontecer, o PCRF envia uma RAR (*Re-Auth Request*) para o elemento que implementa a decisão, de modo a informar que um pacote deve ser instalado no utilizador a sofrer o *downgrade*. Esse pacote é reconhecido pela rede e caracteriza as modificações a serem feitas para que se proceda ao *downgrade* do utilizador. Após a execução do processo de *downgrade*, é enviada uma RAA (*Re-Auth Answer*) com o reconhecimento do PCRF.

Após o fim do congestionamento, é aplicado um conjunto de regras denominado “pós congestionamento” que atua sobre os utilizadores ligados à célula, atribuindo-lhes os seus pacotes de serviços originais. Começa por verificar se o nível de congestionamento é zero (só serão restaurados os pacotes de serviços originais se não houver congestionamento) e também verifica se foi realizado o *downgrade* das sessões (esta medida é implementada com um contador que é incrementado de cada vez que um utilizador sofre um *downgrade*). Se estas duas condições forem verificadas (congestionamento igual a zero e o número de *downgrades* for maior do que zero), o PCRF é então capaz de fazer o *upgrade* dos utilizadores que inicialmente tinham sofrido

do um *downgrade*. A função de *upgrade* é solicitada tantas vezes quanto os utilizadores que sofreram um *downgrade*. Devido ao seu mecanismo interno, só efetuará um *upgrade* ao utilizadores que sofreram um *downgrade*, usando o mesmo algoritmo para selecionar utilizadores, mas de forma inversa.

6. Resultados

Nesta secção é descrito um caso de congestionamento e um caso após o congestionamento, de modo a descrever da melhor forma o funcionamento desta solução. Os cenários consistem em células de rede simuladas que têm três clientes com diferentes pacotes de serviço. Quando o congestionamento ocorre, alguns utilizadores sofrerão um *downgrade*, e conseqüentemente, como é verificável nos valores, a largura de banda dos seus serviços será reduzida.

Na Tabela 1 é possível verificar as opções que podem afetar os utilizadores, assim como a largura de banda disponível para cada pacote de serviços. É importante reforçar que um utilizador apenas poderá ser alvo de um *upgrade* caso já tenha sofrido um *downgrade* (não é disponibilizada uma largura de banda mais elevada do que a estabelecida originalmente).

Tipo de Pacote	Largura de Banda	Opção de Downgrade	Opção de Upgrade
Gold	7.2 Mbit(s)	Silver	Sem Opção
Silver	3 Mbit(s)	Bronze	Gold
Bronze	1 Mbit(s)	Exclusão da célula	Silver

Tabela 1 - Descrição de pacotes e possíveis ações

6.1. Cenário de congestionamento

Neste cenário existem três utilizadores numa célula: um tem o pacote *Gold*, outro o pacote *Silver* e o último o pacote *Bronze*. Verifica-se o relatório proveniente do sistema de gestão de rede que contém informações acerca do desempenho de uma célula. A atuação do módulo de "Avaliação da Métrica" pode ser visto na Figura 3.

```

START
##### Report #####
|There is congestion
|NodeID -> U51004
-----
|Code Tree Usage Mean (%)
|Parameter Value: 88.524167 higher than the minimum threshold: 80.0
|Max Congestion value registered for the cell: 2.0
-----

```

Figura 3 - Módulo de Avaliação das Métricas a detetar o congestionamento de código

Com a avaliação da célula, é possível verificar que existe congestionamento na mesma e que este é provocado pelo código "ocupação de recursos". O valor de congestionamento é 2 e este é de seguida enviado para o módulo CAC no PCRF, de modo a que sejam aplicadas as regras corretas aos utilizadores. Após aplicar o conjunto de regras que lidam com o congestionamento na RAN, uma vez que o objetivo é "proteger" os utilizadores com os melhores pacotes de serviços, aqueles que irão sofrer *downgrades* de serviço serão os que têm pacotes mais limitados. Assim sendo, os utilizadores com pacotes *Silver* e *Bronze* irão sofrer um *downgrade*.

Nas Figuras 4 e 5, é possível verificar que os utilizadores *Silver* e *Bronze* sofrem um *downgrade*, o utilizador *Silver* passa a ter um pacote *Bronze* (originalmente de 3 Mbit/s passa para 1 Mbit/s), enquanto o utilizador *Bronze* é excluído da célula (originalmente tinha 1 Mbit/s e agora vê a sua largura de banda reduzida a 0 Mbit/s). O outro utilizador mantém o seu pacote e largura de banda sem qualquer modificação.

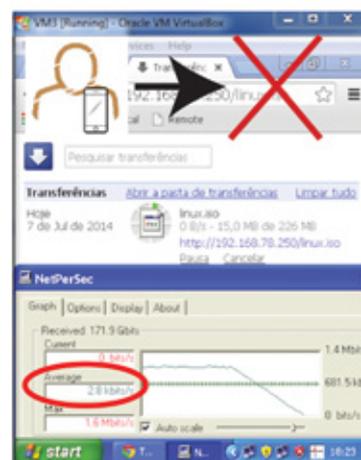


Figura 4 - Utilizador Silver Original

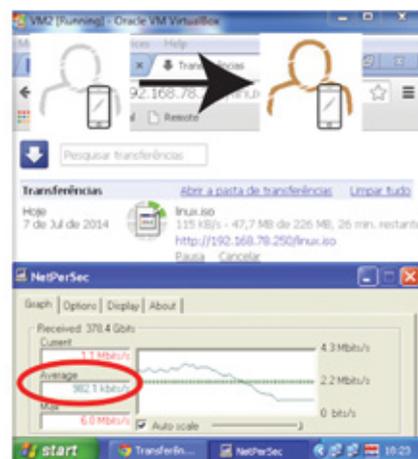


Figura 5 - Utilizador Bronze Original

6.2. Cenário pós congestionamento

O seguinte cenário apresenta um caso de uso que demonstra a operação do conjunto de regras “pós congestionamento”. Após receber um valor de congestionamento para uma determinada célula, o próximo valor recebido é igual a zero, o que significa que a célula já não está congestionada. Logo, é iniciado o processo de alocar o pacote original de serviço de cada cliente.

Numa célula existem três utilizadores com os seguintes pacotes: o utilizador 1 com o pacote *Gold*; o utilizador 2 com o pacote *Silver* e o utilizador 3 com o pacote *Bronze*. Uma vez que o valor de congestionamento é 1, apenas um cliente sofrerá um *downgrade*, o cliente com o pacote *Bronze*. A configuração atual da célula contém um cliente *Gold* e um cliente *Silver* (o cliente *Bronze* foi excluído da célula). O próximo valor de congestionamento recebido é 0, o que significa que a célula já não está congestionada.

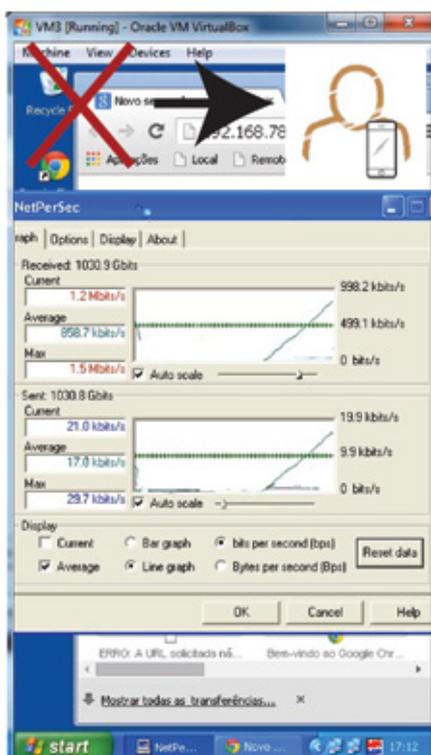


Figura 6 - Pós congestionamento para um utilizador que originalmente era *Bronze*

Uma vez que o valor recebido para o nível efetivo de congestionamento na célula é 0, o PCRF irá proceder ao *upgrade* de todos os clientes que anteriormente tinham sofrido um *downgrade*. Na Figura 6 é possível verificar que o cliente foi alvo de um *upgrade*, permitindo-lhe regressar à célula (sai do estado de excluído para o pacote *Bronze*).

7. Importância para a PT Inovação

A PT Inovação disponibiliza no seu portefólio, já há vários anos, uma solução de políticas (ip-Raft) que permite aos operadores efetuar um controlo fino da largura de banda e qualidade de serviço alocada aos seus clientes.

No entanto, em situações de congestionamento, as soluções tradicionais não permitem diferenciar os clientes com base no seu valor para o operador ou na sensibilidade dos serviços que estão a utilizar. Por outro lado, também não permite detetar por antecipação eventos de falta de recursos na rede e agir de forma a evitar que males maiores ocorram.

Esta solução vem permitir não apenas detetar precocemente problemas na rede, como também definir regras sobre que clientes e/ou serviços deverão ser mais penalizados, ao contrário do comportamento tradicional em que os clientes são todos prejudicados por igual.

Esta solução vem alavancar o produto ip-Raft através de um mecanismo que lhe permite dotar o produto de capacidades diferenciadoras face ao que de melhor existe hoje no mercado. Desta forma, a PT Inovação passará a ter no seu portefólio um produto bem mais competitivo.

8. Conclusão

Com base nos resultados obtidos, é possível concluir que os vários módulos da solução são capazes de resolver os problemas de congestionamento com um bom desempenho. O módulo de “Avaliação de Métricas” é capaz de detetar o congestionamento com base na avaliação de parâmetros específicos, combinando-os de modo a obter um valor qualitativo geral de congestionamento. No caso de decisões CAC, mostrámos que é capaz de implementar as regras definidas, com diferentes ações sobre os utilizadores numa célula, de acordo com os níveis de qualidade e congestionamento recebidos, considerando os perfis de utilizadores e serviços.

Durante o desenvolvimento desta solução, pudemos observar possíveis melhorias futuras à solução proposta:

- A integração das *probes* para notificação de eventos a partir do nível de informação mais baixo da rede, na solução existente, também será vantajosa. Informações como transferências de entrada para a célula congestionada, que podem ser alcançadas por meio de uma sondagem, irão ajudar a solução ip-Raft a evitar e a parar o congestionamento de forma inteligente.
- Forçar a transferência de utilizadores para outras tecnologias: uma das soluções estudadas para resolver o congestionamento é a de forçar a transferência de utilizadores para outras tec-

nologias que não estejam congestionadas. Utilizando o componente ANDSF é possível sugerir ao equipamento do utilizador que mude de tec-

nologia de acesso de rádio, por exemplo, para Wi-Fi, e assim evitar o congestionamento utilizando tecnologias e infraestruturas existentes.

Referências

- [1] Arieso. Plataforma ariesogeo. <http://www.arieso.com/products/platform/>, 2013.
- [2] PT Inovação. Arqos. <http://www.openidea.com/portfolio/arqos/>, 2013.
- [3] Simão Cardeal, Filipe Neves, Salviano Soares, Filipe Tavares, and Pedro Assuncao. ArQoS: System to monitor QoS/QoE in VoIP. In EUROCON 2011 - International Conference on Computer as a Tool - Joint with Conftel 2011, 2011.
- [4] Elan Amir. The case for deep packet inspection. http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1280856, 2007.
- [5] NetFort. Languardian. <http://www.netfort.com/languardian/architecture/deep-packet-inspection>, 2012.
- [6] Allot. Dart. http://www.allot.com/Dynamic_Actionable_Recognition_Technology.html, 2014.
- [7] Qosmos. Qosmos deepflow: Subscriber analytics use case. <http://www.qosmos.com/wp-content/uploads/2014/01/Qosmos-DeepFlow-Analytics-use-case-datasheet-Jan-2014.pdf>, 2014.
- [8] Procera. Procera navl. <http://www.proceranetworks.com/products/deep-packet-inspection-navl>, 2014.
- [9] L. A. Angelos Antonopoulos, Elli Kartsakli and C. Verikoukis, Recent Advances in Wireless Communications and Networks, 2011, ch. Dealing with VoIP Calls During “Busy Hour” in LTE.
- [10] E. Z. Tragos, G. Tsiropoulos, G. T. Karetsos, and S. A. Kyriazakos, “Admission control for QoS support in heterogeneous 4G wireless networks,” pp. 30–37, 2008.
- [11] J. V. Franklin and K. Paramasivam, “Article: Hybrid adaptive call admission control mechanism for ensuring qos in 3gpp: Lte networks,” International Journal of Computer Applications, vol. 42, no. 21, pp. 36–41, March 2012, published by Foundation of Computer Science, New York, USA.
- [12] H. Lei, M. Yu, A. Zhao, Y. Chang, and D. Yang, “Adaptive connection admission control algorithm for LTE systems,” in IEEE Vehicular Technology Conference, 2008, pp. 2336–2340.
- [13] E. Aghdaee, M. U. D. of Electrical, and C. S. Engineering, Quality of Service Support in IEEE 802.16 Broadband Wireless Access Networks, 2006. [Online]. Disponível: <http://books.google.pt/books?id=R3R-XwAACAAJ>

INTEROPERABILIDADE UNIVERSAL PARA SERVIÇOS WEBRTC: PROJETO WONDER



Paulo Chainho
(PT Inovação)

Luís Oliveira
(PT Inovação)

RESUMO

Este artigo apresenta os principais resultados de experimentações WebRTC realizadas em parceria com a Telekom Innovation Laboratories (T-Labs) no âmbito do projeto WONDER. Neste projeto foi concebido e validado experimentalmente o novo conceito *Signalling On-the-fly*. Este conceito permite garantir interoperabilidade entre qualquer domínio administrativo WebRTC sem que para isso seja necessário usar um protocolo de sinalização normalizado como o SIP. Este resultado abre caminho para o desenho de uma nova arquitetura de serviços mais ágil e competitiva como alternativa à atual arquitetura IMS (*IP Multimedia Su-system*).

PALAVRAS-CHAVE

WebRTC, Sinalização, IMS, SIP

W

1. Introdução

WebRTC é uma tecnologia *web* que coloca aos Operadores de Telecomunicações grandes desafios mas também pode proporcionar grandes oportunidades de negócio se a estratégia adotada for correta. Na edição anterior desta revista [1] esses riscos e oportunidades foram analisados, tendo sido apresentado no final um conjunto de recomendações derivadas de um estudo Eurescom, realizado em parceria com vários Operadores de Telecomunicações Europeus [2]. Em particular, foi recomendado que a médio e longo prazo os fornecedores devem considerar alternativas à atual arquitetura de serviços IMS (*IP Multimedia Subsystem*), focadas em tecnologias *web* e de acordo com os princípios das arquiteturas orientadas ao serviço.

O projeto WONDER (*Webrtc interOperability tested in coNtradictive DEployment scenaRios*) foi realizado em parceria com a Telekom Innovation Laboratories (T-Labs)¹, com o objetivo de avaliar experimentalmente as recomendações do estudo Eurescom e investigar soluções para a interoperabilidade entre diferentes domínios de serviços WebRTC. O principal resultado do projeto WONDER foi a conceção e validação de um novo conceito de interoperabilidade designado por *Signalling On-the-fly* que poderá sustentar o desenho de uma nova arquitetura de serviços, mais competitiva e poderosa que a atual arquitectura IMS. Este artigo apresenta os principais resultados deste projeto começando por enquadrar os motivos que orientaram as atividades do WONDER e em particular as razões que levaram à criação do conceito *Signalling On-the-fly*. Na secção 3 é introduzido o conceito *Signalling On-the-fly*. Na secção 4 é apresentada a estrutura da biblioteca WONDER, que foi desenhada e desenvolvida para validar experimentalmente o conceito *Signalling On-the-fly*. Nas secções finais são apresentados os resultados das experimentações efetuadas com a biblioteca WONDER e as conclusões finais.

2. Motivação

A tecnologia WebRTC permite a comunicação em tempo real entre navegadores *web*, sem a necessidade de instalar aplicações ou *plug-ins* adicionais.

¹ O projeto WONDER foi parcialmente financiado pela Comissão Europeia no âmbito do Programa Quadro 7, com o contrato N° 318389.

Consequentemente, qualquer dispositivo que tenha um navegador *web* será capaz, de uma forma nativa, de suportar voz e vídeo, ou qualquer outro serviço, em tempo real (i.e. conferência, chamadas de voz/vídeo e jogos). Para o efeito, o navegador *web* inclui um motor de *media* com capacidade para processar fluxos de *media* e de dados, usando os protocolos de transporte normalizados pelo IETF (RTP/RTCP) [3][4], e já hoje usados nas redes de Voz sobre IP, como é o caso das redes da arquitetura IMS. Adicionalmente, a tecnologia WebRTC também suporta o transporte de dados, e.g. transmissão de ficheiros, através do protocolo SCTP, originalmente concebido para o transporte fiável de sinalização n° 7 sobre IP ([5][6]).

De notar, no entanto, que a tecnologia WebRTC adotou algumas extensões a esses protocolos e, em particular, prestou especial atenção aos aspetos de segurança ao tornar obrigatória a encriptação de todos os fluxos de *media* e de dados através da tecnologia *Datagram Transport Layer Security* (DTLS) ([7]).

As capacidades do motor de *media* WebRTC embebido nos *browsers* são expostas com as APIs Javascript normalizadas pelo W3C ([8][9]), que os programadores de Aplicações *web* podem usar para incorporarem funcionalidades de comunicação em tempo real.

As arquiteturas de serviços de telecomunicações, como o IMS, baseiam-se na normalização de interfaces de controlo de rede e de conectividade, usualmente designadas de sinalização. No entanto, as normas WebRTC não especificaram nenhum protocolo de sinalização. Em geral, consideramos que esta decisão é positiva, por dar liberdade aos desenvolvedores na escolha do protocolo mais apropriado para satisfazer as necessidades específicas de cada aplicação. O facto de não ser necessário um protocolo de sinalização normalizado também reduz o tempo de introdução no mercado da tecnologia WebRTC, minimizando tarefas de normalização sempre muito demoradas.

Como os protocolos de *media* e dados estão normalizados, a falta de um protocolo de sinalização não impede a interoperabilidade entre utilizadores, mesmo que sejam subscritores de fornecedores de serviços diferentes. Basta a um dos utilizadores ter acesso ao URL WebRTC do outro utilizador para descarregar a sua aplicação WebRTC no seu Navegador *web* e estabelecer uma sessão WebRTC entre os dois, pois ambos estão ligados ao mesmo servidor *web* e usam o mesmo esquema de sinalização.

Apesar de esta abordagem ser aceitável para muitas aplicações, deixa em aberto algumas questões, por exemplo, “como garantir o controlo da experiência de utilização e da sessão pelo chamador?” e “Como evitar dependências nos fornecedores de soluções de sinalização proprietária?”.

A falta de um protocolo de sinalização não impede a interoperabilidade entre utilizadores. Um simples URL é suficiente para colocar dois utilizadores em comunicação entre si. No entanto, este novo paradigma de comunicação deixa em aberto algumas questões, por exemplo, “como garantir o controlo da experiência de utilização e da sessão pelo chamador?” e “Como evitar dependências nos fornecedores de soluções de sinalização proprietária?”.

O projeto WONDER orientou as suas atividades para endereçar estas questões mantendo simultaneamente o modelo original do WebRTC, nomeadamente:

- Garantir interoperabilidade entre fornecedores de serviços diferentes, usando cada um deles protocolos de sinalização diferentes e específicos da aplicação;
- Usar uma topologia de rede de sinalização triangular, onde apenas é usado um servidor de sinalização para interoperabilidade entre dois domínios de serviços, minimizando o uso dos recursos de rede;
- Garantir portabilidade das aplicações WebRTC entre diferentes soluções de rede, incluindo soluções baseadas em tecnologias Web e IMS, mesmo que sejam de diferentes fornecedores.

Estas foram as questões base que orientaram o projeto WONDER e que levou ao desenho e validação experimental do novo conceito de *Signalling-On-the-fly*, apresentado na próxima secção.

3. O conceito Signalling On-the-fly

3.1. Terminologia

Antes de descrever o conceito *Signalling On-the-fly* importa definir alguns termos:

- **Servidor de Mensagens (Messaging Server):** o servidor que suporta a troca de mensagens de sinalização necessárias para o estabelecimento das sessões WebRTC. Cada Servidor de Mensagens está associado a um domínio;
- **Canal de Domínio (Domain Channel):** o canal de sinalização que é estabelecido com o Servi-

dor de Mensagens do domínio a que pertence o utilizador logo que tenha estabelecido uma ligação de rede;

- **Canal Provisório (Transient Channel):** o canal de sinalização que é estabelecido com um Servidor de Mensagens de outro domínio, no contexto duma determinada sessão WebRTC.
- **Messaging Stub:** O *script* que contém a pilha protocolar e toda a lógica necessária para estabelecer e manter um canal de sinalização com um determinado Servidor de Mensagens;
- **Hospedeiro (Conversation Host):** corresponde ao utilizador que usa o seu Servidor de Mensagens para suportar a troca de mensagens de sinalização entre todos os utilizadores envolvidos numa determinada sessão WebRTC, mesmo que estes sejam de outros domínios. Para a troca de mensagens de sinalização, o Hospedeiro usa o seu Canal de Domínio enquanto os utilizadores de outros domínios usam Canais Provisórios que os ligam ao Servidor de Mensagens do Hospedeiro.

3.2. Conversas hospedadas pelo domínio do chamado

Vamos usar o exemplo clássico da Alice que pretende falar com Bob, para explicar como funciona o conceito *Signalling On-the-fly*. Vamos assumir que Alice e Bob estão registados em domínios WebRTC diferentes e que Alice conhece o endereço WebRTC de Bob e.g. bob@example.com. O processo para estabelecer uma sessão de comunicação entre os dois, usando o conceito *Signalling On-the-fly*, é ilustrado na Figura 1 e funciona do seguinte modo²:

- 1) A informação sobre a identidade de Bob, incluindo o seu fornecedor de *Messaging Stub*, é dada e certificada pelo fornecedor de identidades (IdP – *Identity Provider*) de Bob;
- 2) A Alice carrega e instancia o *Messaging Stub* de Bob no seu navegador *web*, estabelecendo um canal de sinalização provisório (*Transient Channel*) com o domínio de Bob;
- 3) Logo que o canal provisório esteja estabelecido, Alice pode enviar uma mensagem a Bob, a convidá-lo para uma conversa contendo a sua oferta SDP (descritora das suas capacidades de comunicação);
- 4) Como Bob está ligado no mesmo servidor de mensagens, irá receber o convite de Alice no seu navegador *web*. No caso de Bob aceitar o

² Para manter a explicação o mais simples possível, optou-se por não considerar as mensagens com os candidatos ICE necessárias para resolver questões de NAT e *Firewall*.

convite, será enviada uma mensagem de aceitação contendo o SDP de Bob como resposta à oferta SDP de Alice;

- Logo que o navegador *web* de Alice receba a resposta SDP de Bob, os fluxos de *media* e de dados podem ser estabelecidos diretamente entre os dois pares.

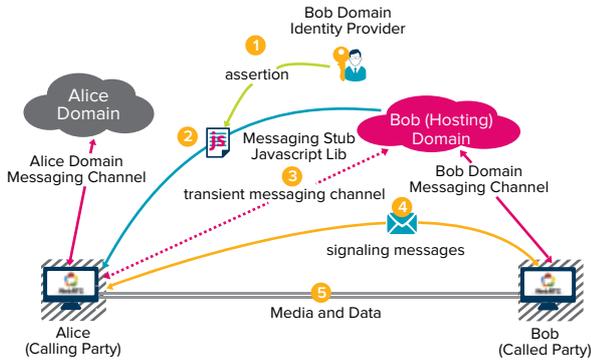


Figura 1 - Conversa hospedada pelo domínio do chamado

3.3. Conversas hospedadas pelo domínio do chamador

No cenário anterior é usado o Servidor de Mensagens do domínio do chamado, o que implica o uso de mais recursos por este domínio. No caso de esta situação não ser aceitável, a conversa também pode ser hospedada pelo domínio do chamador. Neste caso temos (Figura 2):

- O endereço do serviço de notificações é fornecido e certificado pelo IdP de Bob, que é usado para enviar o convite a Bob;
- Ao receber o convite, o navegador de Bob certifica-se da identidade de Alice e do endereço do seu *Messaging Stub* através do IdP de Alice;
- No caso de Bob aceitar o convite, carrega e instancia o *Messaging Stub* de Alice no seu navegador *web*, estabelecendo um canal de sinalização provisório (*Transient Channel*) com o domínio de Alice;
- Logo que o canal provisório esteja estabelecido, Bob pode enviar uma mensagem de aceitação do convite a Alice, contendo o SDP de Bob como resposta à oferta SDP de Alice;
- Como Alice está ligada no mesmo Servidor de Mensagens através do seu canal de domínio, ela irá receber a resposta de aceitação de Bob no seu navegador *web* e os fluxos de *media* e de dados podem ser estabelecidos diretamente entre os dois pares.

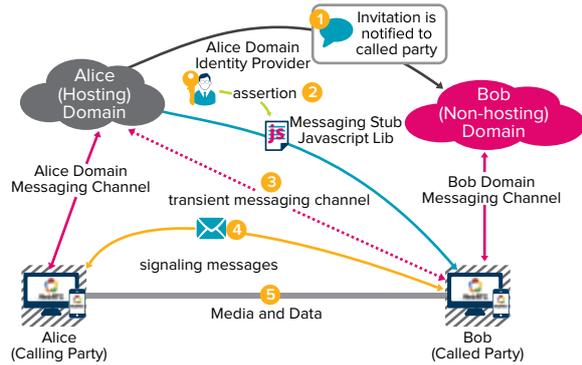


Figura 2 - Conversa hospedada pelo domínio do chamador

3.4. Interoperabilidade com redes legadas

O conceito *Signalling On-the-fly* também pode ser usado na interoperabilidade com redes legadas (e.g. IMS e PSTN) através da utilização de uma *Gateway* de Mensagens, responsável por converter os protocolos de sinalização usados no dispositivo WebRTC no protocolo de sinalização usado na rede legada (Figura 3).

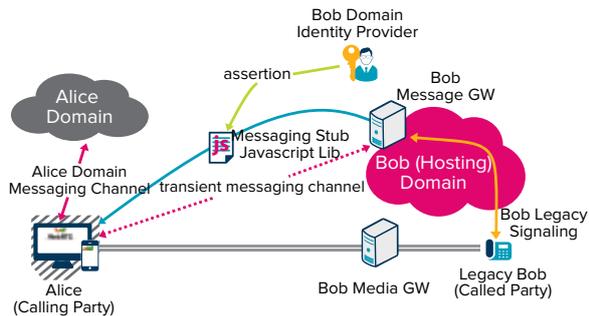


Figura 3 - Interoperabilidade com redes legadas

3.5. Conversas com múltiplos participantes

O conceito *Signalling On-the-fly* também suporta múltiplos participantes numa mesma conversa. Podem ser usadas diferentes topologias de rede, incluindo:

- Topologia em malha com Hospedeiro, onde todos os pares têm fluxos de *media* e de dados estabelecidos entre si, mas todos usam um único Servidor de Mensagens, i.e. todos os pares têm um canal de sinalização estabelecido com o mesmo Servidor de Mensagens de sinalização;
- Topologia baseada em MCU (*Media Central Unit*) com Hospedeiro, onde os pares têm os fluxos de *media* e de dados estabelecidos com um servidor de *media* central que mistura e distribui os fluxos pelos diferentes pares.

4. WONDER Javascript Framework

O conceito *Signalling On-the-fly* foi validado através do desenho e desenvolvimento da biblioteca Javascript WONDER. As principais classes desta biblioteca são [10]:

- A classe **Identity** representa um utilizador e contém toda a informação necessária para suportar serviços conversacionais, incluindo o endereço do serviço usado para carregar a pilha protocolar de sinalização (*Messaging Stub*) que será usado para estabelecer um canal de sinalização com o domínio do utilizador representado por esta classe;
- A classe **Conversation** é responsável por gerir todos os participantes envolvidos numa sessão conversacional incluindo o estabelecimento, atualização e finalização das ligações de *media* e dados;
- A classe **Participant** lida com todas as operações necessárias para gerir a participação de uma Identidade (*Identity*) numa Conversa (*Conversation*) incluindo as funcionalidades da API WebRTC *PeerConnection*.
- A classe **Resource** representa todos os recursos digitais que são partilhados numa Conversa incluindo a voz e vídeo dos participantes ou o ecrã e os ficheiros partilhados numa conversa;
- A classe **Message** é usada para partilhar todos os dados necessários para estabelecer, atualizar e fechar as ligações entre os pares WebRTC, i.e., corresponde a mensagens de sinalização. Esta mensagem também pode ser usada para outras funcionalidades, por exemplo, para suportar funcionalidades de Gestão de Lista de Contactos e Presença.

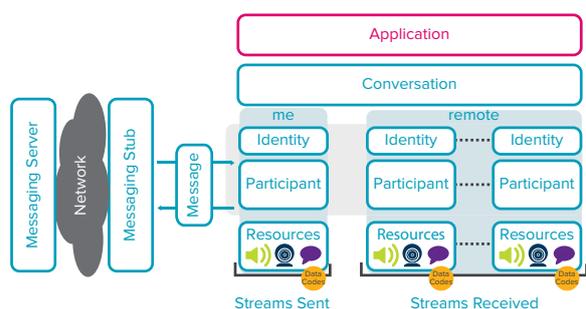


Figura 4 - Principais classes da biblioteca WONDER

5. Resultados e testes/avaliação dos resultados obtidos

A biblioteca WONDER foi usada em diferentes experimentações para validar o conceito *Signalling On-the-*

fly. As experimentações foram realizadas usando uma *testbed* baseada na solução OpenIMS [11] disponibilizada pela Universidade de Patras no contexto do projeto OpenLab. Esta *testbed* foi expandida e configurada para simular quatro domínios WebRTC diferentes, nomeadamente:

- **Domínio imsserver.ece.upatras.gr (IMS)** – usa um protocolo de sinalização WebSocket baseado em JSON que é traduzido no protocolo SIP numa *Gateway* de Sinalização IMS disponibilizada pela Deutsche Telekom Labs. Deste modo não é necessário ter a pilha protocolar SIP no navegador *web*;
- **Domínio nodejs.wonder (Web)** – usa como sinalização um protocolo baseado em JSON transportado sobre WebSockets suportado por um servidor Node.js [12];
- **Domínio asterisk.wonder (SIP)** – usa o protocolo SIP transportado sobre WebSocket como protocolo de sinalização, usando uma infraestrutura de rede não IMS baseada na solução SIPML5 e *Webrtc2sip gateway* da Doubango [13] integrada com o servidor VoIP Asterisk [14].
- **Domínio vertx.wonder (Web)** – usa como protocolo de sinalização JSON sobre WebSockets suportado por um servidor de mensagens Vert.x [15].

Foram realizadas experimentações para vários casos de teste:

- **Basic AV:** Este caso de teste pretende validar a interoperabilidade de uma sessão (*Conversa*) de Áudio e Vídeo (a capacidade *Data Channel* do WebRTC não é usada) entre domínios administrativos que usam diferentes protocolos de sinalização.
- **Rich Features:** Este caso de teste adiciona ao anterior funcionalidades mais ricas que usam as capacidades do *Data Channel*, nomeadamente transferência de ficheiro e *chat* de texto. Também foram testadas funcionalidades de atualização das conversas, e.g. começar uma conversa só com *chat* e depois adicionar áudio e vídeo.
- **MCU Multiparty:** Nestes testes são validadas situações de interoperabilidade numa sessão (*Conversa*) de Áudio e Vídeo com múltiplos utilizadores oriundos de diferentes domínios administrativos que usam diferentes protocolos de sinalização. É usada uma topologia baseada em MCU (*Media Central Unit*) onde os participantes da conversa têm os fluxos de *media* e de dados estabelecidos com um servidor de *media* central.

- **Rich Mesh Multiparty:** Estes testes são semelhantes ao caso de teste anterior mas usando uma topologia *multiparty* em malha e com funcionalidades adicionais que fazem uso das capacidades do *data channel* (transferência de ficheiro e *chat* de texto) e de atualização (e.g. começar uma conversa só com *chat* e depois adicionar áudio e vídeo).

Como pode ser observado na Tabela 1, os resultados das experimentações entre domínios foram muito positivos. Estes resultados demonstram que o conceito *Signaling-on-the-fly* pode ser usado para facilitar a interoperabilidade entre qualquer domínio WebRTC sem usar protocolos de sinalização normalizados nas interfaces de rede NNI (*Network-Network Interface*). De notar que os testes para Conversas com múltiplos participantes na Topologia em Malha falharam para utilizadores de domínios baseados em IMS e SIP. Este resultado negativo verificou-se porque não foi possível implementar durante o projeto o algoritmo usado para esta funcionalidade, devido às características mais rígidas do protocolo SIP³.

Domínios Testados	Basic-AV	Rich Features	MCU Multiparty	Rich Mesh Multiparty
Vertx <> nodejs	OK	OK	OK	OK
Vertx <> IMS	OK	OK	OK	NOK
Vertx <> Asterisk	OK	OK	OK	NOK
Nodejs <> IMS	OK	OK	OK	NOK
Nodejs <> Asterisk	OK	OK	OK	NOK
IMS <> Asterisk	OK	OK	OK	NOK

Tabela 1 - Resultados das experimentações de interoperabilidade usando o conceito “*Signalling On-the-fly*”

6. Conclusões e trabalho futuro

A tecnologia WebRTC acelera a tendência da perda de negócio dos operadores para os grandes intervenientes *Over-The-Top* (OTT), como é o caso da Google, Facebook,

³ O algoritmo implica transações de mensagens fora do diálogo SIP.

ou WhatsApp. No entanto, pode criar também muitas oportunidades que, no limite, poderão compensar estes riscos. Por exemplo, fornecer interoperabilidade de voz e vídeo com os terminais existentes, com destaque para os dispositivos móveis. Outra grande oportunidade reside na criação de ofertas de produtos em segmentos verticais como a saúde e a educação, baseados em soluções 100% *web*. A solução Medigraf da PT Inovação é um bom exemplo de como esta abordagem pode ser usada com sucesso. Mas, principalmente, existe uma grande oportunidade para a indústria em geral repensar a sua infraestrutura e usar uma nova abordagem baseada em tecnologias *web*. O projecto WONDER orientou as suas atividades nesse sentido, explorando novas abordagens baseadas em tecnologias *web*, para o fornecimento de serviços. Neste âmbito, foi concebido e validado experimentalmente o conceito *Signalling On-the-fly* que permite garantir interoperabilidade entre qualquer domínio administrativo WebRTC sem usar protocolos de sinalização normalizados como o SIP. Em vez de protocolos normalizados, o conceito *Signalling On-the-fly* usa uma API de sinalização normalizada, agnóstica do protocolo de sinalização e complementar à API de *media* WebRTC. Esta abordagem permite obter portabilidade das aplicações entre diferentes infraestruturas de rede WebRTC, minimizando dependências entre as aplicações e os fornecedores de soluções de rede.

Até agora, um dos grandes racionais para defender o uso do IMS como solução de rede para os serviços WebRTC residia na necessidade de ter interfaces NNI (*Network to Network Interface*) normalizadas baseadas no protocolo SIP, para garantir uma interoperabilidade completa entre diferentes domínios de serviços.

O sucesso dos testes efetuados com a biblioteca WONDER demonstram a viabilidade do conceito *Signalling On-the-fly* e ainda que o racional para usar IMS no fornecimento de serviços WebRTC para obter interoperabilidade deixa de ser válido.



Figura 5 - Aplicação empresarial WONDER

Na prática, significa que o uso de arquiteturas *web* mais simples e ágéis no fornecimento de serviços WebRTC é possível e mais apropriado, abrindo caminho para uma futura arquitetura de serviços centrada nas tecnologias *web* como alternativa à arquitetura IMS.

A biblioteca Javascript WONDER foi publicada num repositório Github [16] incluindo tutoriais para programadores e demonstrações ao vivo [17].

Atualmente estamos a avaliar o potencial do conceito *Signalling On-the-fly* ser adotado pela indústria e fornecedores de soluções WebRTC e a preparar um piloto

interno de uma aplicação empresarial colaborativa desenvolvida sobre a biblioteca WONDER (ver Figura 5). Continuamos a explorar e a pesquisar outros domínios aplicacionais (e.g., IoT e entrega de conteúdos/TV) para o conceito *Signalling On-the-fly* e o seu uso por qualquer serviço WebRTC. Em particular, estamos a investigar o desenho de novas arquiteturas de serviços, como evolução do paradigma cliente-servidor (e.g. arquitetura RESTful) para um novo conceito de serviço *p2p* a que chamamos Entidades Hiperligadas (*Hyperlinked Entities*) ou apenas *Hyperties*.

Referências

- [1] “WebRTC”, Paulo Chainho, Sérgio Freire, Vasco Amaral, Telma Mota, Revista Saber&Fazer Telecomunicações, Nº 12, 2014.
- [2] “P2252 - Telco strategic positioning options regarding WebRTC”, Estudo Eurescom, 2012.
- [3] “Overview: Real Time Protocols for Browser-based Applications”, *draft-ietf-rtcweb-overview-11*, H. Alvestrand, August 18, 2014, <http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-rtcweb-overview-11>.
- [4] “Transports for WebRTC”, *draft-ietf-rtcweb-transports-06*, H. Alvestrand, August 11, 2014, <http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-rtcweb-transports-06>.
- [5] “WebRTC Data Channel Establishment Protocol”, *draft-ietf-rtcweb-data-protocol-07*, R. Jesup, S. Loreto, M. Tuexen, July 4, 2014, <http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-rtcweb-data-protocol-07>.
- [6] Stream Control Transmission Protocol, RFC 4960, R. Stewart, September 2007, <http://tools.ietf.org/html/rfc4960>.
- [7] Datagram Transport Layer Security (DTLS) Extension to Establish Keys for the Secure Real-time Transport Protocol (SRTP), RFC 5764, D. McGrew, E. Rescorla, May 2010, <https://tools.ietf.org/html/rfc5764>.
- [8] WebRTC 1.0: Real-time Communication Between Browsers, W3C Working Draft, Adam Bergkvist, Daniel C. Burnett, Cullen Jennings, Anant Narayanan, 10 September 2013, <http://www.w3.org/TR/webrtc/>.
- [9] Object RTC (ORTC) API for WebRTC, Draft Community Group Report, Robin Raymond, Bernard Aboba, Justin Uberti, 20 August 2014, <http://ortc.org/wp-content/uploads/2014/08/ortc.html>.
- [10] “Overview of WONDER Classes”, <https://github.com/hypercomm/wonder/wiki/Overview-of-WONDER-Classes>.
- [11] <http://www.openimscore.org/>
- [12] <http://nodejs.org/>
- [13] <http://sipml5.org/>
- [14] <http://www.asterisk.org/>
- [15] <http://vertx.io/>
- [16] WONDER GitHub repository, <https://github.com/hypercomm/wonder>.
- [17] Portal do Projeto WONDER, <http://hypercomm.github.io/wonder/>.



05 | Conectividade



23 | Distribuição de serviços de vídeo *Overlay* sobre GPON na PT Portugal

[pp. 197-201]

24 | INCO - solução *turn-key* de telecomunicações para condomínios

[pp. 202-211]

25 | Tecnologias PON de nova geração [pp. 212-221]

26 | Distribuição de TV satélite através de GPON [pp. 222-226]

27 | Otimização de redes de transporte para redes móveis: o caso da Timor Telecom [pp. 227-233]

28 | Suporte de serviços MEF num ambiente SDN [pp. 234-242]

29 | 5G: acesso ubíquo de alta velocidade [pp. 243-252]

DISTRIBUIÇÃO DE SERVIÇOS DE VÍDEO *OVERLAY* SOBRE GPON NA PT PORTUGAL



Nelson Silva
(PT Inovação)



Paulo Jesus
(PT Inovação)



José Salgado
(PT Inovação)



Sérgio Dias
(PT Inovação)



Luís Antunes
(PT Inovação)

RESUMO

O transporte e distribuição de serviços MEO *triple-play* com inclusão de serviço de vídeo *overlay* sobre a rede GPON da PTP trazem exigências técnicas e de investimento de grande impacto num ambiente concorrencial e contexto económico agressivo. Neste artigo é apresentada uma solução inovadora e em linha com o estado da arte, que resolve os problemas tecnológicos relacionados com o transporte em longas distâncias de sinais de vídeo analógico sobre fibra ótica e simultaneamente permite uma redução significativa dos custos de CAPEX e OPEX quando comparado com soluções alternativas.

Para além do detalhe da solução, dos desafios técnicos e desempenho, pretende-se dar uma visão dos benefícios e ganhos de ponto de vista de CAPEX e OPEX que um operador pode retirar com a distribuição de serviços de vídeo *overlay* sobre GPON.

PALAVRAS-CHAVE

CATV, GPON, Processamento Digital de Sinal, *RF Overlay*, Transporte de Sinal RF



1. Introdução

Com a massificação de redes de acesso baseadas em fibra ótica, o transporte de sinal de televisão via cabo coaxial (CATV) tem vindo progressivamente a ser substituído por transporte via fibra ótica, numa abordagem comumente descrita como *Radio Frequency overlay*. Nesta abordagem, o sinal analógico CATV é modulado num comprimento de onda tipicamente dentro do infravermelho e transmitido via fibra ótica. Do lado da receção, um conversor ótico/elétrico (O/E) implementa o processo inverso e devolve uma réplica do sinal CATV transmitido.

Face às reduzidas perdas que caracterizam as fibras óticas e à inexistência de interferências electromagnéticas sobre a fibra, esta solução permitiu aumentar de forma muito significativa o alcance do transporte de sinal CATV quando comparado com as soluções convencionais baseadas em transporte de sinal via cabo coaxial.

Contudo, apesar das baixas perdas existentes nas fibras atuais, a verdade é que o transporte de sinal de vídeo em *RF overlay* analógico é sensível às diversas não-linearidades existentes na fibra, pelo que a qualidade de serviço diminui de forma progressiva com o aumento

da distância do transporte, facto que limita a distribuição de serviços MEO *triple-play* com inclusão de serviço de vídeo em *overlay* sobre a rede GPON da PTP a uma distância de aproximadamente 70km (ver Figura 1).

Face às limitações da abordagem atual e tendo ainda em conta as exigências técnicas e de investimento de grande impacto num ambiente concorrencial e contexto económico agressivo, surgiu a oportunidade de desenvolver uma solução inovadora e em linha com o estado da arte. Esta solução, por um lado, resolve os problemas tecnológicos relacionados com o transporte em longas distâncias de sinais de vídeo analógico sobre fibra ótica e, por outro lado, permite uma redução significativa dos custos de investimento (CAPEX - *Capital Expenditure*) e custos operacionais (OPEX - *Operational Expenditure*) quando comparado com soluções alternativas.

O sistema RFO (*RF Overlay extender*) da PT Inovação utiliza uma abordagem inovadora baseada no conceito *Software-Defined Radio* (SDR) para transporte digital de sinais de televisão analógica sobre fibra ótica, permitindo replicar e remotizar os atuais *HeadEnds* (HE) de modo a estender a cobertura GPON RF a zonas de sombra, maximizando a distância de transporte para além dos atuais 70km.

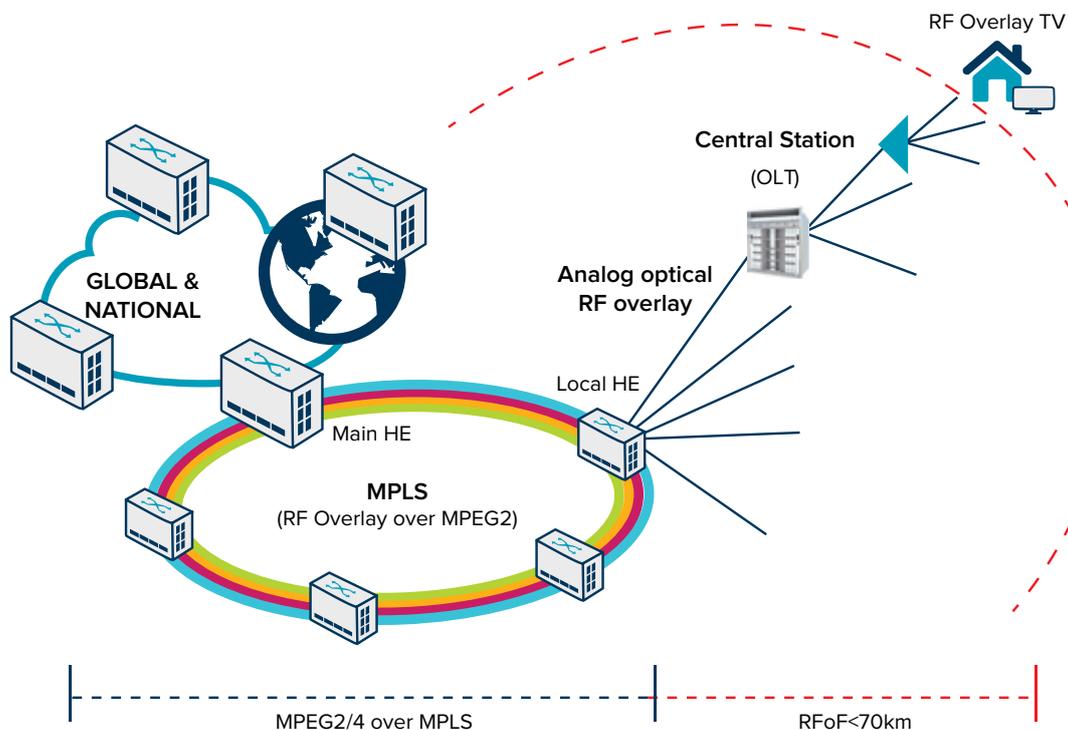


Figura 1 - RF overlay analógico sobre fibra ótica

2. Descrição do estado da arte

A televisão por cabo (CATV) foi inicialmente introduzida em Portugal na década de 90 como forma de distribuir, através de cabos coaxiais, conteúdos audiovisuais de televisão para consumidores. À semelhança da transmissão tradicional via antenas de rádio, na distribuição por cabo os diversos canais de televisão estão multiplexados na frequência, tipicamente dentro dos 47 MHz aos 862 MHz, e seguem normas internacionais de codificação de imagem, tais como a norma PAL (*Phase Alternating Line*) ou a norma SECAM (*Sequential Color with Memory*).

Com o avanço da tecnologia ao nível dos semicondutores e com a massificação de redes de acesso baseadas em fibra ótica, o transporte de sinais de distribuição de TV via cabo coaxial tem vindo progressivamente a ser substituído por transporte via fibra ótica em *RF overlay*, permitindo a distribuição do sinal analógico CATV por uma distância de aproximadamente 70Km. Uma discussão mais alargada do estado da técnica anterior, relativo ao transporte de sinal CATV sobre fibra e suas limitações, pode ser encontrada em [1] e [2].

Uma abordagem alternativa menos sensível às não linearidades existentes na fibra ótica e, por conseguinte, permitindo uma maior qualidade de serviço, consiste no transporte de sinal digital sobre fibra recorrendo a modulações digitais, como por exemplo o QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*) ou o PSK (*Phase Shift Keying*). Nesta abordagem o transporte de conteúdos audiovisuais de televisão é efetuado integralmente de forma digital, o que assegura uma maior qualidade de serviço, ao mesmo tempo que permite estender o transporte de sinal CATV sobre fibra para além do limite dos 70 Km, anteriormente referido.

Contudo, do lado do cliente torna-se necessária a existência de um equipamento, comumente designado por STB (*Set-Top Box*), capaz de desmodular o sinal digital de CATV recebido para um formato que possa ser apresentado pela televisão. A desvantagem desta solução prende-se com os elevados custos de CAPEX e OPEX, os quais são ainda agravados pelo facto de tipicamente ser necessário um STB por cada televisão em casa dos clientes.

Informação adicional acerca do atual estado da técnica no que diz respeito à transmissão de sinal digital sobre fibra ótica pode ser encontrada em [3].

3. Solução desenvolvida

O sistema RFO da PT Inovação implementa uma solução inovadora baseada na amostragem e digitalização ultra rápida de toda a banda espectral contendo os sinais analógicos de TV. Permite estender o alcance de sinal CATV analógico via transporte digital sobre fibra ótica, facto que garante uma maior robustez e imunida-

de ao ruído, distorção e interferências, sendo que, ao contrário das soluções atuais baseadas em *RF Overlay* analógico, a qualidade do sinal RF transportado no domínio digital não se degrada com o aumento da distância do transporte.

A solução desenvolvida pode ser descrita como um sistema composto por dois sub-sistemas que desempenham funções complementares e interligados por fibra ótica. O primeiro sub-sistema, designado por RFO-AD (ver Figura 2), tem como principais funções o acondicionamento do sinal CATV, a digitalização de toda a banda a transportar, multiplexagem e encapsulamento das amostras digitais em tramas *ethernet* e a conversão elétrica/ótica (E/O); o segundo sub-sistema, designado por RFO-DA, tem como principais funções a conversão ótica/elétrica (O/E), sincronização e descodificação do sinal recebido, equalização digital e reconstrução das amostras digitais para sinal analógico CATV.



Figura 2 - Sub-sistema RFO-AD do sistema extensor de alcance de sinal CATV numa montagem com proteção através da inclusão de uma segunda unidade redundante

Em termos técnicos, o sistema implementa um transporte transparente de toda a banda de CATV (47 MHz a 862 MHz), possuindo um baixo consumo de energia elétrica e sendo agnóstico às alterações do *bouquet* comercial de canais, sendo que o sinal RF à saída do sub-sistema RFO-DA pode ser descrito como uma réplica reconstruída do sinal RF existente na entrada do sub-sistema RFO-AD. Desta forma garante-se um elevado desacoplamento entre o funcionamento do sistema e as características RF do sinal de entrada, pelo que o transporte do sinal elétrico RF é agnóstico ao protocolo e formato de sinal de vídeo e áudio utilizados. Tal permite uma maior abrangência do sistema desenvolvido, sendo inclusivamente possível o transporte simultâneo de sinais CATV de diferentes normas, como o caso nacional, onde podem ser utilizadas as normas PAL-M e DVB-T.

3.1. Aplicações em rede

Do ponto de vista da fiabilidade e tolerância a falhas da solução desenvolvida, o sistema RFO foi desenhado de forma modular, suportando a proteção de equipamento e de caminho através da inserção de uma segunda unidade em redundância com a primeira no mesmo *chassis* (ver Figura 2).

A interligação dos sub-sistemas RFO-AD e RFO-DA é

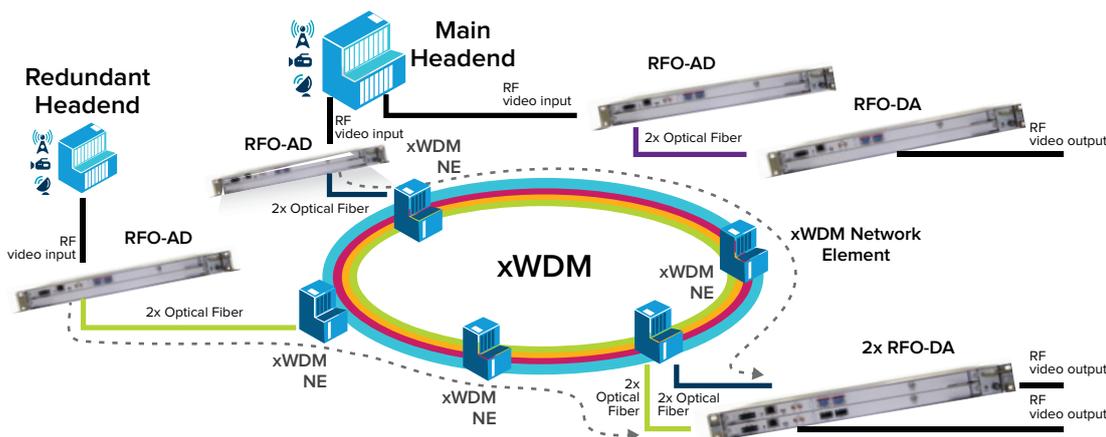


Figura 3 - Cenários típicos de instalação do sistema RFO

efetuada através de duas ligações em fibra ótica permitindo suportar diferentes topologias de rede ponto-a-ponto e ponto-multiponto, sendo permitida a utilização de fibra escura ou um sistema ativo baseado em xWDM (ver Figura 3).

Em termos de cenário de instalação, o RFO proporciona uma solução ideal para estender a cobertura de uma rede de RF Overlay em fibra ótica, partindo, por exemplo, da remotização de uma unidade HeadEnd de vídeo central já existente. Isto significa que é possível reduzir significativamente o CAPEX e OPEX envolvidos, ao mesmo tempo que se mantém uma elevada qualidade e integridade do sinal reconstruído, permitindo alcançar assim maiores coberturas.

O cenário na Figura 4 ilustra a aplicação do RFO numa ligação entre uma estação Headend local e uma estação central.

Os diversos canais de TV recebidos na estação Headend local são combinados num único sinal RF, que por sua vez é digitalizado pela unidade RFO-AD e transmitido via fibra ótica até às unidades RFO-DA.

Na estação central a unidade RFO-DA reconstrói o sinal RF, sendo este posteriormente multiplexado com o sinal GPON (dados) no domínio ótico, ou seja, em RF Overlay, tal como antes, permitindo uma distribuição pelos diversos clientes residenciais com um alcance até 70Km, dentro do domínio GPON.

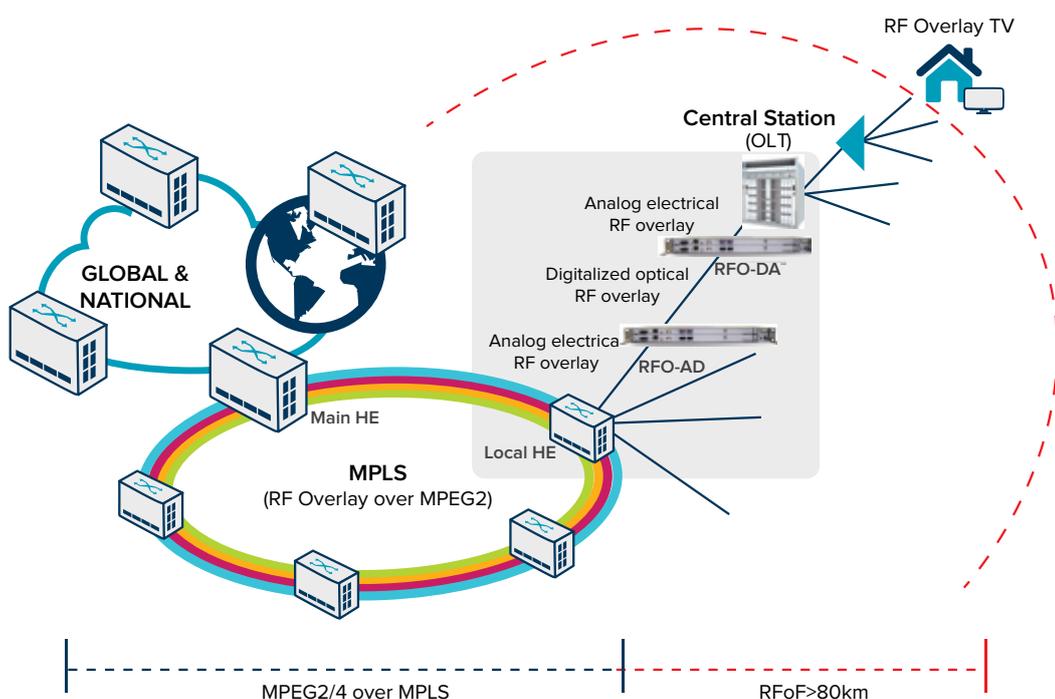


Figura 4 - Extensão de alcance no transporte de sinal CATV via inclusão do sistema RFO

4. Caso de uso na PT Portugal

A PT Portugal, após testes de laboratório para alinhamento da solução com as efetivas necessidades dos operadores, iniciou em 2014 dois *First Office Application* (FOA) com a solução RFO da PT Inovação, nas suas redes de Vila Franca de Xira e Braga, com 3000 e 13000 clientes reais, respetivamente. Foi observado o seu bom desempenho, quer do ponto de vista de instalação, operação e manutenção da rede, quer do ponto de vista da Qualidade de Experiência (QoE) do serviço de televisão percebido pelo Cliente. Os dois FOA permitiram comprovar o funcionamento da solução sobre fibra escura e sobre uma rede DWDM, pondo fim à limitação de distância no transporte de sinais de RF para alimentar redes GPON.

A solução RFO vai permitir à PT Portugal uma redução de custos na expansão, em 2015, da cobertura de TV analógica a 46 novas ANG (Áreas Nova Geração) potenciando novas 200000 Unidades de Acesso (UAs).

5. Conclusão

O RFO surge como uma solução inovadora e de estado da arte que minimiza os problemas tecnológicos relacionados com o transporte em longas distâncias de sinal CATV analógico sobre fibra ótica.

Do ponto de vista do desenvolvimento de rede, permite uma redução significativa no investimento associado ao transporte dos sinais de RF quando comparado com soluções concorrentes, além de diminuir os custos de exploração da rede devido à simplicidade técnica da solução, tornando a tecnologia agnóstica aos canais transportados.

Ao nível de negócio, a solução permite aos Operadores de Telecomunicações o aumento da expansão da cobertura a novas áreas geográficas, alavancando a continuidade da aposta comercial e a liderança de fornecimento de serviços de televisão analógica nestas áreas pela angariação e fidelização dos seus clientes.

Referências

- [1] Rakib, S.S., patente US 8,311,412, "Distributed cable modem termination system".
- [2] Phillips, M.R., "Fiber effects in amplified 1550-nm CATV lightwave systems," Lasers and Electro-Optics Society Annual Meeting, 1997. LEOS '97 10th Annual Meeting. Conference Proceedings., IEEE , vol.1, pp.352,353, 10-13 Nov 1997.
- [3] DOCSIS 3.1 (Data-Over-Cable Service Interface Specifications) standard, Physical Layer Specification, CM-SP-PHYV3.1-I02-140320.

INCO - SOLUÇÃO *TURN-KEY* DE TELECOMUNICAÇÕES PARA CONDOMÍNIOS



Nuno Monteiro
(PT Inovação)

Luís Reis
(PT Inovação)

Helena Correia
(PT Inovação)

Fernando Bastos
(PT Inovação)

RESUMO

Pretende-se disponibilizar ao mercado de condomínios residenciais e empresariais (loteamentos horizontais ou prédios verticais) uma solução completa e chave na mão para prover e gerir os serviços de telecomunicações transmitidos sobre fibra ótica.

Os diferenciais desta solução assentam no facto de ser chave na mão (desde a conceção do projeto FTTH à entrega da rede ao cliente), multioperador, de baixo custo e de ser ajustada à realidade do mercado imobiliário e/ou a pequenos operadores de condomínio.

A solução permite disponibilizar os serviços *triple-play* (Internet, voz e TV), bem como servir de meio de transmissão para a infraestrutura WiFi, de vigilância e segurança internas do condomínio.

PALAVRAS-CHAVE

SaaS, *Cloud Platforms*, OSS, Condomínio, FTTH, GPON

A

1. Introdução

decisão de uma família se mudar para um condomínio é um momento importante. Geralmente, os critérios de decisão resumem-se a escolher qual o condomínio que oferece melhores condições, dentro do orçamento familiar. O mercado imobiliário apresenta muitas alternativas, tentando sempre agradar o mais possível ao comprador de um novo lote de terreno ou moradia.

Os clientes de condomínio pretendem adquirir a casa de sonho com todos os serviços nas proximidades, *home-office*, entretenimento, informação, saúde, segurança, infraestrutura de telecomunicações, luz, água e gás já integrados na compra da casa.

Os empreendedores imobiliários (Construtoras/Incorporadoras) sabem bem disso e procuram cada vez mais diferenciar a oferta dos seus empreendimentos imobiliários relativamente à concorrência e, como tal, agradar aos seus clientes e aumentar as vendas.

Se o condomínio possuir uma infraestrutura construída de raiz para o atendimento de telecomunicações por fibra ótica, certamente isso será um fator diferenciador e terá um peso na decisão do comprador. O serviço de telecomunicações é para esta faixa de mercado considerado *commoditie*, pelo que nada abaixo do *triple-play* é aceitável.

Durante muito tempo, as tecnologias baseadas em par de cobre ou cabo coaxial foram dominantes. Atualmente, devido à diminuição de custo dos principais componentes de uma rede de fibra ótica, tornou-se possível a utilização da tecnologia FTTH (*Fiber To The Home*).

É portanto evidente que manter o modelo tradicional de infraestrutura de telecomunicação não atrai estes clientes. O cliente quer comprar a casa agora e não ter a casa esburacada no futuro, com cabos, *modems*, *set-top boxes* empilhadas na sala junto ao televisor. Nesse sentido, construir uma infraestrutura de fibra ótica de raiz dentro de um condomínio é um investimento à prova de futuro. Embora estas redes sejam inicialmente um custo para o empreendedor imobiliário, ele irá posteriormente recuperar o investimento com a venda de mais lotes residenciais.

Arquitetos, engenheiros e outros profissionais ligados à indústria da construção civil precisam cada vez mais de adequar os seus conhecimentos para projetar e reestruturar edificações considerando o avanço da tecnologia das telecomunicações. A tecnologia deve ser prevista no projeto de construção civil, considerando o

uso de cabos estruturados de fibra ótica que permitam a transmissão de dados a alta velocidade.

Neste contexto, a PT Inovação avança com o produto InCo para dar resposta a esta necessidade no formato *turn-key*. O nome da solução, **InCo**, resulta da união das palavras **IN**ovação para **CO**ndomínios.

2. Descrição técnico-funcional

O produto InCo destina-se a construtoras imobiliárias, incorporadoras ou empresas que atuem na gestão diária de condomínios residenciais. O conceito é simples: a fibra ótica é levada até às residências, que são ligadas a um ponto de presença dos vários operadores de serviços de telecomunicações.

A fibra ótica não é novidade, mas o FTTH permitiu democratizar o seu uso e, devido ao enorme salto de largura de banda, passou a ser possível fornecer os seguintes serviços:

- 3D HD TV e *gaming*;
- Internet TV;
- Sistemas de vigilância inteligentes;
- *Internet-enabled house appliances*;
- *Cloud computing/storage*;
- Colaboração virtual;
- *Home office*;
- *Video-conference* HD;
- Acesso remoto a aplicações corporativa;
- E-saúde;
- E-educação;
- E-segurança;
- Comunidades ligadas.

O InCo pretende ser uma alternativa às redes de telecomunicações normalmente instaladas neste tipo de empreendimentos imobiliários. Geralmente nestes são montadas 3 redes distintas: cabo UTP para o serviço de dados (Internet e Intranet), cabo coaxial para TV e par de cobre para voz. Se juntarmos a isto o facto de este número se poder multiplicar, em função do número de operadores na região, facilmente chegamos ao emaranhado de cabos e desperdício de recursos.

A solução InCo condensa tudo numa única infraestr-

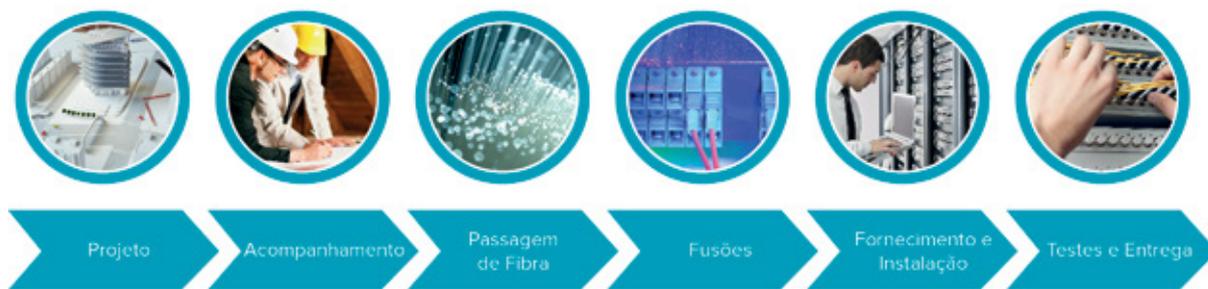


Figura 1 - Solução *turn-key* de telecomunicações para Condomínios

tura, evoluindo nas capacidades de transmissão e na disponibilidade de serviços oferecidos e, simultaneamente, reduzindo a complexidade. A longo prazo reduz significativamente o custo de operação e manutenção.

O produto InCo inclui as 5 componentes que compõem a oferta *turn-key*:

- 1) *Survey*, projeto FTTH e adequação à infraestrutura de poste ou condutas existente;
- 2) Acompanhamento da obra civil;
- 3) Passagem dos cabos de fibra ótica e fusões;
- 4) Fornecimento e instalação de todos os equipamentos de rede e plataforma de gestão de rede;
- 5) Testes óticos em toda a extensão da rede e entrega da rede ao cliente.

O conceito pode ser aplicado a condomínios residências, horizontais ou verticais, ou expandido para outras realidades, tais como parques empresariais, *campus* universitários, cidades digitais ou redes internas de navios de cruzeiro.



Figura 2 - Aplicações do InCo

Por outro lado, a introdução de redes de banda larga em condomínios permite também a concretização do

conceito do condomínio inteligente: introdução de sistemas de segurança, controlo de acessos de pessoas e veículos, gestão informatizada de elevadores e escadas rolantes e detecção e alarme de incêndio automatizados.

A rede InCo foi desenhada numa perspectiva de solução evolutiva:

- *Splitter 2:N* no *central office*, flexibilizando evoluções futuras de débito por cliente;
- Rede celularizada: para uma melhor otimização e gestão da rede;
- Adoção de *RF Overlay* Multi Operador: sem limitações no número de TVs e redução do número de STB em casa dos clientes. Permite vários operadores de CATV sobre a mesma rede InCo;
- Capacidade de fibra instalada dimensionada para atendimento residencial, empresarial, videovigilância das áreas comuns, disponibilização de *Access Points* WiFi e recolha de telemetria;
- Elevado número de pontos de flexibilidade para uma rápida e eficiente Operação & Manutenção;
- Arquitetura de *splitting* «*Pay as you grow*»;
- Preparada para a evolução para o NG-PON2.

Com a agregação de todas estas componentes, pretende-se otimizar a logística de materiais e aumentar a eficiência nos processos de desenho de rede e instalação do produto no terreno. Embora cada projeto de rede de condomínio tenha particularidades, procura-se chegar a um modelo que seja o mais replicável possível. Este é um desafio complexo e crítico para o *rollout* dos projetos, mas crucial para otimizar a margem do negócio. O *site survey* inicial revela-se fundamental para minimizar surpresas e garantir uma instalação eficiente. Por outro lado, a formação e flexibilidade das equipas técnicas de instalação é fundamental, pois cada instalação revela sempre particularidades que têm de ser acauteladas.

As principais funcionalidades que o produto InCo oferece estão resumidas na Figura 3.

Importa salientar a componente de telemetria remota, que torna possível conectar as medidas dos contadores

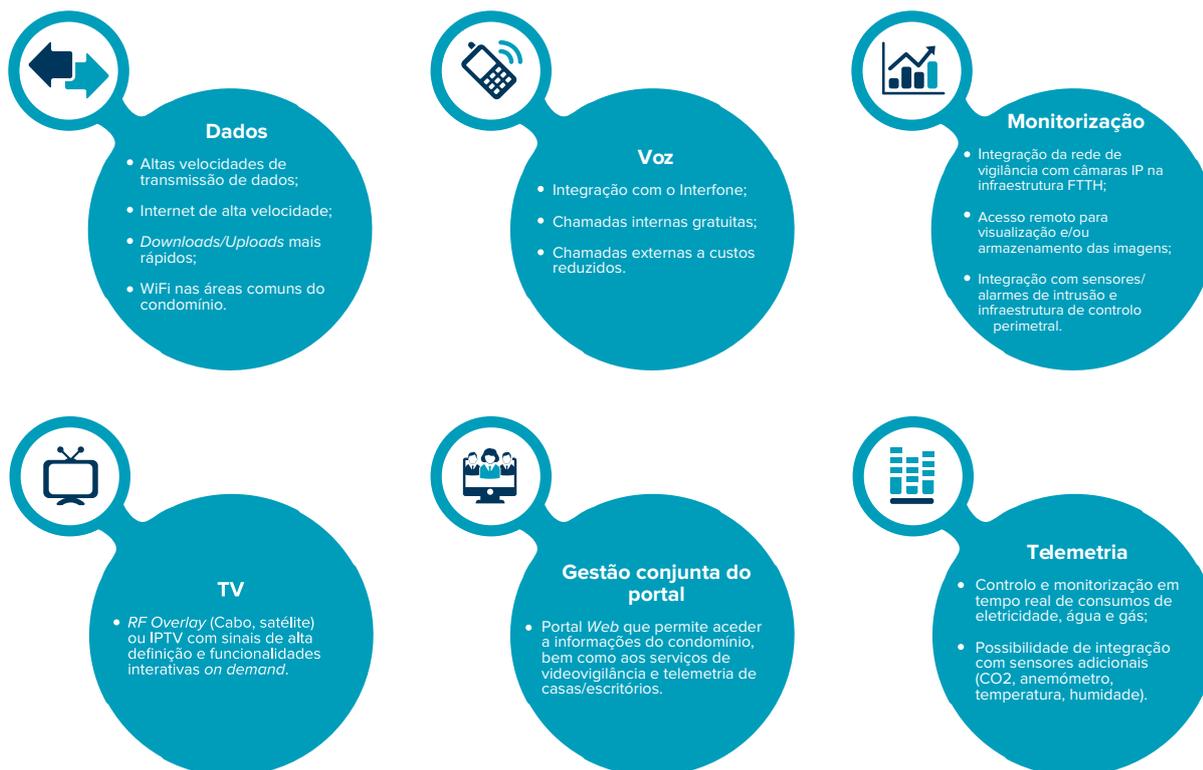


Figura 3 - Principais funcionalidades do InCo

mais comuns de água, gás e energia usados pelas respetivas concessionárias. Em cada residência é instalado um pequeno *dongle* desenvolvido pela PT Inovação que, conectado aos medidores e ao ONT, permite recolher permanentemente as medidas respetivas. Estes valores são armazenados na plataforma geral de gestão da rede InCo para posterior utilização – aqui as possibilidades são ilimitadas e potenciam novas oportunidades de negócio.

Para além da telemetria, a instalação deste tipo de redes de telecomunicações oferece novas realidades aos construtores e demais agentes imobiliários. Entendemos que o caminho passa pela inclusão de soluções de

microgeração híbrida de energia elétrica (eólica + solar), nas áreas comuns do condomínio, para iluminação das ruas. Além disso, estas infraestruturas servirão também de suporte às câmaras de videovigilância e ainda como ponto de distribuição de WiFi. Estes dispositivos ficarão ligados à rede InCo permitindo o seu controlo e monitoria, nos moldes já descritos no capítulo anterior. Este conceito pode posteriormente expandir-se para dentro das casas, tendo como finalidade última a poupança de recursos energéticos.

A rede InCo considera duas entidades:

- **Administrador de Condomínio:** Tem acesso a



Figura 4 - Serviços disponibilizados no InCo

uma ferramenta de Provisão, Operação e Manutenção, desenvolvida pela PT Inovação denominada **AGORA-NG**. Configura os equipamentos de rede, faz o *troubleshooting* e ativa serviços para cada residência.

- **Condômino:** Tem acesso a uma ferramenta (denominada **Portal de Condomínio**), disponível na Internet pública, e com *user/password* entra numa área destinada às informações relativas à sua residência no condomínio. Lá consegue visualizar as imagens *online* das câmaras e contagens dos medidores de água, luz e gás.

3. Enquadramento de negócio

3.1. Vantagens competitivas

O conceito de Multi-Operador é uma das características mais importantes do produto InCo:

- 1) Permite que os residentes no condomínio escolham o operador tradicional que desejam (ou eventualmente façam a portabilidade do serviço da antiga residência). A rede InCo serve apenas como *carrier* na área delimitadas pelo contorno do condomínio. O serviço final é, portanto, prestado e cobrado pelo operador tradicional ao residente. O operador da rede do condomínio tem um acordo comercial com os operadores tradicionais para receber um “*fee*” pelo aluguer do meio de transmissão da rede InCo.
- 2) Na mesma rede InCo podem coexistir várias operadoras tradicionais, tanto ao nível de dados (Internet, voz, IPTV), como ao nível de distribui-

ção de vídeo.

Outros fatores inovadores são:

- Conceito de *turn-key*: permite que a construtora imobiliária não se preocupe com a gestão do processo de desenho, instalação e teste da rede, otimize os custos e obtenha uma rede de telecomunicações baseada em fibra ótica nos parâmetros e requisitos de um operador de telecomunicações;
- Reduz a complexidade da infraestrutura de telecomunicações de um condomínio;
- Reduz o custo dos serviços de telecomunicações para o condômino (partilha de recursos de *uplink*);
- Permite que os operadores disponibilizem os seus *bundles* de *triple-play* nas premissas do condomínio sem os constrangimentos de limitação de largura de banda;
- Unifica toda a sua gestão e simplifica a sua operação;
- Permite utilizar a rede para transportar os sinais das câmaras de vigilância, sensores perimetrais, controlo de acessos e disponibilizar *hotspots* WiFi nas áreas comuns do condomínio;
- Viabiliza, caso seja necessário, a cobertura da área do condomínio por *Small Cells* 3G/4G;
- O dispositivo terminal instalado em cada casa (ONT) permite a recolha das medidas de água, luz e gás diretamente dos medidores;
- Permite dar um salto tecnológico para um mercado (imobiliário) que busca novos argumentos de venda para atrair novos compradores. *Ex: Condo-*

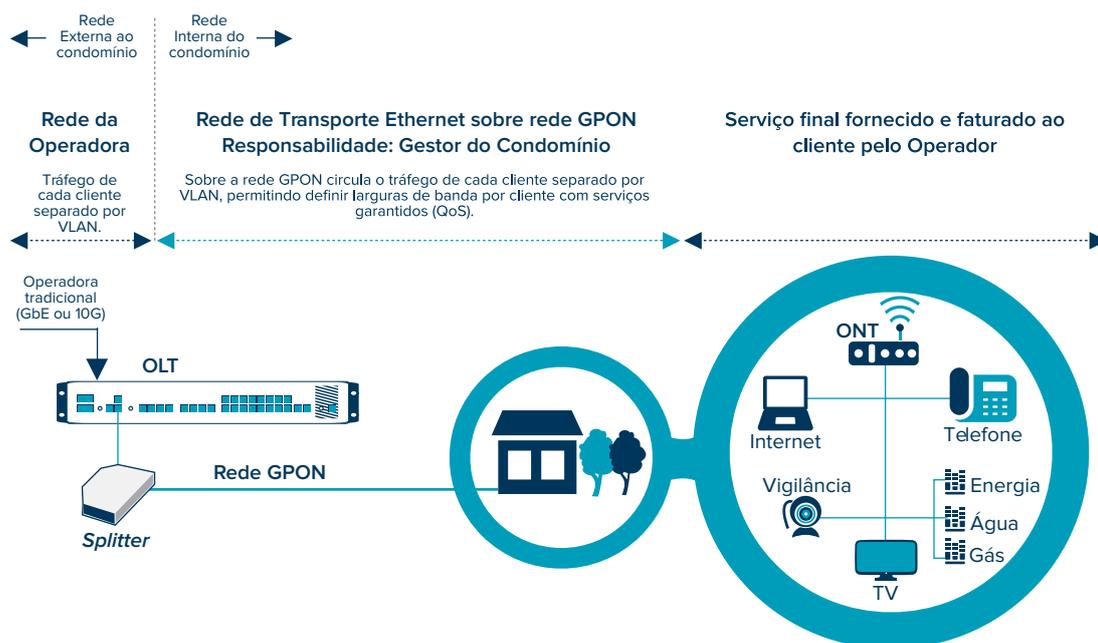


Figura 5 - Conceito multi-operador

mínio X tem rede de fibra ótica de última geração;

- Fornece o conceito do portal do condomínio como forma de disponibilizar a informação e também, por exemplo, para angariação de receitas para o condomínio com publicidade colocada nesse portal.

3.2. Mercados preferenciais

Em países como o Brasil a procura por condomínios fechados aumentou 50% nos últimos dez anos, segundo especialistas do mercado imobiliário.

A violência das grandes cidades, aliada à falta de espaço para lazer e prática desportiva, afeta seriamente a saúde física e mental dos moradores. Para resgatar um estilo de vida saudável, cresce o número de famílias que se mudam para este tipo de condomínios.

A novidade é que as vantagens de morar num condomínio fechado não são mais um privilégio para quem tem rendimentos elevados. Imóveis com todo o requinte e conforto estão disponíveis também para a classe média, que atualmente encontra mais facilidade em financiar a aquisição do terreno e construção da residência.

O Brasil possui 190 milhões de habitantes. Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) existem no Brasil 57,3 milhões de domicílios, dos quais mais de 1 milhão está em condomínios. As regiões sudeste e nordeste são as que mais apresentam esse tipo de moradia. Segundo a SECOVI-SP (maior sindicato do mercado imobiliário da América Latina), estima-se que apenas no estado de São Paulo existam mais de 50.000 condomínios residenciais fechados.

O paradigma de habitação em condomínio fechado é comum no continente americano e africano. Assim sendo, este produto tem aplicação em países como a Bolívia, Venezuela, Colômbia, EUA, Chile, Argentina, Angola, apenas para referir alguns.

3.3. Vantagens comerciais

O InCo pode ser (re-)vendido através de parceiros locais que ficarão responsáveis pela respetiva operação da rede. Pode também ser (re-)vendido por operadoras que pretendem disponibilizar os seus *bundles* de serviços *triple-play* numa área geográfica onde presentemente não têm cobertura. Com a otimização de custos do produto InCo, podem obter o apoio financeiro do empreendedor imobiliário de forma a instalar no condomínio tudo o que é necessário para a disponibilização dos serviços *triple-play*.

4. Projeto OSSaaS

O projeto OSSaaS, financiado pelo programa QREN, envolve várias equipas da PT Inovação e grupos de trabalho do IPN (Instituto Pedro Nunes) e da Universidade

do Minho em regime de subcontratação. Este projeto visa a construção de uma plataforma para o *deployment* e disponibilização de ofertas comerciais compostas por serviços baseados nas funcionalidades dos produtos OSS da *suite* NOSSIS.

Assim, a plataforma OSSaaS segue uma arquitetura *cloud* SaaS que suporta a disponibilização de ofertas comerciais baseadas nestes serviços de suporte à operação de redes de telecomunicações.

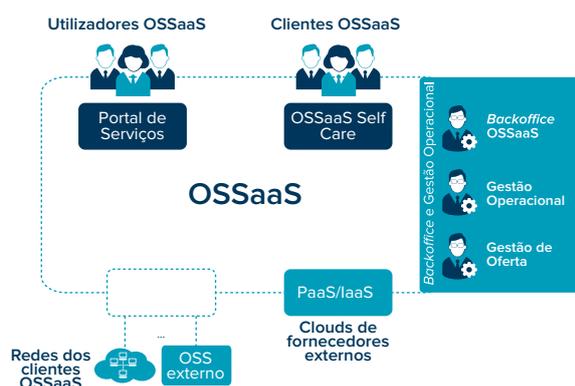


Figura 6 - Visão Blackbox da plataforma OSSaaS

A arquitetura proposta parte do pressuposto que esta vai ser disponibilizada numa plataforma de PaaS (*Platform as a service*) e em infraestruturas de IaaS (*Infrastructure as a Service*) que não fazem parte do âmbito deste projeto, estando no entanto incluída a sua gestão do ponto de vista de cliente externo SaaS (*Software as a service*).

É importante clarificar que a plataforma não está vinculada ao mundo dos OSS em termos dos serviços que podem fazer parte das ofertas comerciais ali disponibilizadas, pois quer a infraestrutura de SaaS, quer a vertical de gestão para *cloud*, foram definidas de forma genérica, podendo no futuro ser utilizadas para o *deployment* de outros serviços SaaS na *cloud*.

Na figura seguinte estão representados os componentes macro da arquitetura da plataforma OSSaaS. A ar-

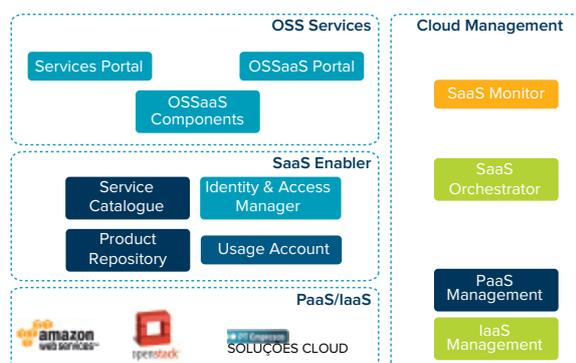


Figura 7 - Arquitetura OSSaaS

quietura preconizada está organizada em 4 macro blocos funcionais, sendo que o quarto bloco (PaaS/laaS) é externo à plataforma, mas essencial para garantir uma infraestrutura e plataforma *cloud*.

O OSS *Services* é um bloco funcional da arquitetura que tem uma relação de alta dependência das especificidades dos serviços incluídos nas ofertas comercialmente disponibilizadas. Agrega os seguintes módulos funcionais:

- OSSaaS *Portal* - portal de exploração, de aquisição de ofertas e de administração de utilizadores dessas ofertas;
- *Services Portal* - portal de utilização dos serviços OSS;
- OSS *Components* - módulo das instâncias de serviços OSS incluídos nas ofertas OSSaaS;

O SaaS *Enabler* é o bloco funcional da arquitetura que, de uma forma independente das especificidades dos serviços incluídos nas ofertas comercialmente disponibilizadas, agrega os módulos funcionais indispensáveis à disponibilização de um qualquer serviço numa plataforma *cloud*. Esses módulos são:

- *Service Catalog*, onde reside o portefólio de ofertas comerciais;
- *Product Repository*, onde residem os detalhes dos produtos já comercializados para cada cliente;
- *Identity & Access Manager*, onde é efetuada a autenticação e autorização relativamente aos utilizadores, serviços e recursos;
- *Usage Account*, contabilização da utilização dos serviços (controlo do *pay-per-use* por exemplo) para fins de cobrança e aferição de cumprimento de SLAs.

O bloco *Cloud Management* é responsável por efetuar as atividades de gestão do ambiente de *cloud* com o objetivo de assegurar o correto funcionamento do ecossistema. Deverá fundamentalmente permitir:

- Operacionalizar a instanciação (*deploy*) dos produtos¹ (incluindo todos os seus componentes);
- Monitorizar todos os componentes responsáveis pela operação do produto;
- Desencadear as medidas necessárias dentro do sistema “*Cloud Management*”, para monitoria da plataforma e dos seus componentes;
- Proceder ao registo periódico (*logging*) do estado dos componentes (*up/down/consumo recursos*).

1 Um produto neste contexto resulta da formalização da subscrição de uma oferta comercial OSSaaS por um cliente OSSaaS, i.e. um produto é uma instanciação de uma oferta comercial para um cliente, que lhe permite usufruir de serviços.

Entre os vários aspetos inovadores do projeto, um dos mais relevantes é a introdução de modelos de pagamento que são função do volume de utilização, i.e. modelos do tipo *Pay-Per-Use* inerentes à própria definição de *Cloud Computing* [1] e que permitem que o valor a cobrar seja de alguma forma proporcional ao negócio do próprio cliente.

Esta característica permite endereçar segmentos de mercado diferentes do segmento típico para os produtos OSS, i.e. operadores de telecomunicações, que hoje adquirem produtos OSS que incluem não só o *software* mas também a própria infraestrutura de *hardware* onde estes são suportados. Tal torna-os inacessíveis a clientes que não detenham equipas técnicas conhecedoras dos sistemas e da infraestrutura e também coloca o preço em patamares fora do alcance de muitas destas empresas.

Ao permitir que o valor a cobrar às empresas clientes seja proporcional ao volume de utilização dos serviços usufruídos, esta plataforma vem democratizar o acesso às funcionalidades de suporte aos sistemas operacionais de pequenas e médias empresas, que no seu âmbito de atuação tenham a administração e manutenção de pequenas redes de telecomunicações.

Esta democratização só se torna comercialmente viável para quem comercializa estes serviços, por causa de uma outra característica fundamental da plataforma também inerente ao domínio do *Cloud Computing*. Trata-se da capacidade de elasticidade da infraestrutura de recursos computacionais aos níveis laaS e PaaS, em que está suportado todo o volume de utilização dos serviços OSS por parte dos utilizadores clientes.

Esta elasticidade está assente num princípio de contratação dinâmica a fornecedores externos de recursos laaS e PaaS de suporte ao OSSaaS, em função da previsão da utilização desta plataforma.

5. InCo como cenário orientador do projeto OSSaaS

Com o intuito de mobilizar os esforços enquadrados neste projeto num cenário o mais objetivo possível, que possibilite, por um lado, identificar claramente as funcionalidades de base que tornam possível esse cenário e, por outro, exercitar essas funcionalidades nos momentos de demonstração e de piloto previstos no projeto, procedeu-se à escolha de um cenário orientador para o projeto OSSaaS.

Este cenário deveria exercitar de forma abrangente a funcionalidade prevista na plataforma OSSaaS e também ser o mais concreto possível, permitindo ter um cliente real no piloto previsto para o final do projeto. Considerou-se que o caso InCo reuniu estas qualidades e por isso foi escolhido para cenário orientador do projeto OSSaaS.

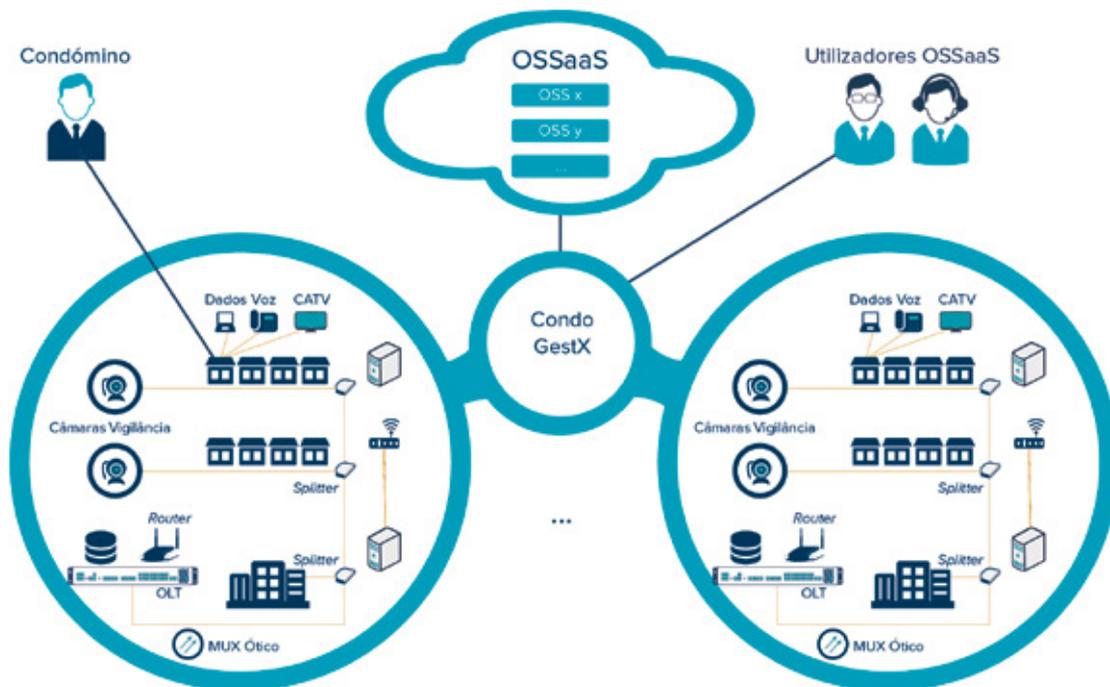


Figura 8 - OSSaaS na solução InCo

Na análise efetuada, entendeu-se que o caso InCo avança necessidades que podem ser satisfeitas e estão em linha com os serviços que se pretendia ver *deployed* na plataforma OSSaaS, embora não os esgote. Acrescenta-se ainda que tem um âmbito bem delimitado que está em linha com o tempo definido para o projeto, assumindo por estes motivos uma boa prova de conceito e uma boa forma de avaliar o potencial da plataforma.

A escolha deste cenário foi também influenciada pelas contratações já em curso do fornecimento de rede e tecnologia GPON e sua respetiva gestão local: as empresas gestoras de redes de comunicações de condomínios com um número de condóminos previsto que chega, nalguns casos, à ordem do milhar.

A Figura 8 ilustra o contexto em que a plataforma OSSaaS instanciará a solução InCo.

Os clientes OSSaaS são empresas, assinaladas na figura como uma empresa genérica denominada CondoGest, que contratam ofertas comerciais OSSaaS e que, ao fazê-lo, ganham credenciais de acesso destinadas aos seus colaboradores. Estes passam a ser utilizadores OSSaaS dos serviços OSS contidos nessas ofertas, que têm a seu cargo tarefas de manutenção e de administração das redes dos condomínios habitadas pelos condóminos.

Este cenário corresponde ao modelo de *deployment* do tipo *Public Cloud* [1], em que a plataforma OSSaaS está instalada numa empresa que disponibiliza publicamente a oferta OSSaaS que fica acessível na Internet. Ou seja, a oferta OSSaaS consistirá na disponibilização de serviços de suporte à operação para clientes que são

responsáveis pela gestão das suas redes privadas ou de terceiros, em super condomínios.

Tratando-se a rede InCo de uma rede que providencia serviços de Internet, TV, voz, *surveillance*, telemetria e domótica sobre tecnologia GPON, através de uma infraestrutura FTTH, necessitará de um conjunto de sistemas de suporte às operações e ao negócio (designados de OSS e BSS). No contexto específico da solução InCo, a componente de rede GPON, bem como o âmbito de fornecimento de serviços de gestão (OSS) desta tecnologia, são da responsabilidade de uma entidade que não o *service provider* usual. Trata-se da entidade que assumirá a gestão e manutenção da rede.

Na figura seguinte está representada a arquitetura macro de uma oferta *triple-play* GPON e de âmbito de gestão do OSSaaS.



Figura 9 - Âmbito de gestão do OSSaaS

Neste contexto, os OSSs que gerem este domínio restrito, dada a dimensão reduzida da rede e a quantidade de potenciais mini-operadores destas ilhas tecnológicas, potencia a utilização de uma plataforma OSS na *cloud* de forma a rentabilizar e tornar viável um modelo

de negócios nesta área.

Os cenários de gestão OSS a incluir serão quatro distintos. Dois numa fase inicial: Construção e Cadastro, e Gestão de Problemas. E os restantes dois numa fase secundária: Provisão de Serviços, e Teste e Diagnóstico.

5.1. Construção e cadastro de redes

Um dos primeiros serviços a disponibilizar pela solução OSSaaS é o serviço de Construção e Cadastro. Este serviço permite que o cliente OSSaaS, dono da rede GPON a gerir, possa iniciar o processo de construção da sua rede.

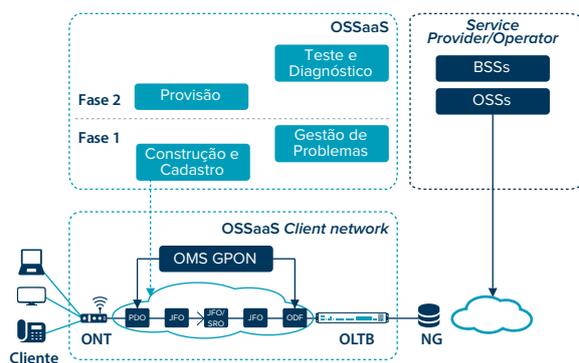


Figura 10 - Serviço de construção e cadastro de redes

Este processo de construção passa, em primeiro lugar, pelo registo em *Outside Plant* das infraestruturas existentes no terreno, com base em dados georreferenciados e em cartografia disponibilizada no serviço. Segue-se a construção da rede de cabos e de nós de rede ótico entre o local onde se situam as OLTs e os armários dos PDOs. Finalmente são cadastradas as fibras e a conectividade física entre os vários elementos da rede ótica desde o ODF de saída à entrada do PDO.

O cadastro das OLTs estará disponível no OMS GPON (AGORA-NG) que é responsável pela sua configuração. Parte dessa informação poderá estar também registada no sistema de Cadastro para referência posterior.

5.2. Gestão de problemas

O serviço de Gestão de Problemas pode ser usado em momentos distintos do processo de suporte e manutenção da rede. Em primeiro lugar, o serviço pode suportar o registo de problemas específicos da rede GPON (mesmo que ainda não estejam provisionados clientes). Estes problemas (TTKs) podem ser registados pelo cliente OSSaaS referindo qualquer entidade de rede previamente cadastrada (interação 1 na Figura 11), ou de um OLT cujo detalhe de configuração está disponível no OMS GPON (por consulta manual a tracejado na figura abaixo). O serviço possibilita a gestão de todas as atividades necessárias para a reparação das avarias. Este

cenário pode incluir a gestão das equipas que farão atividades de reparação no terreno, incluindo a produção de toda a informação necessária para a sua execução. Pode também incluir algumas atividades de configuração manual no sistema OMS GPON.

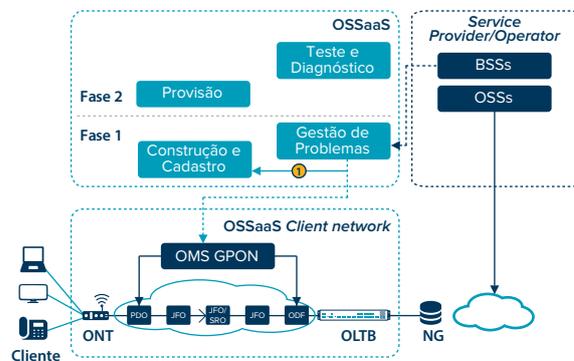


Figura 11 - Serviço de gestão de problemas

6. Próximos passos

É previsível que (nos casos em que os utilizadores de serviços de operadores de telecomunicações, que são suportados no seu troço final nas VLANs geridas pelos clientes OSSaaS) a plataforma OSSaaS possa ter a seu cargo a provisão de recursos nessas redes privadas. Nessa situação, o OSSaaS poderá ser numa primeira fase acionado manualmente. Mas, numa segunda etapa, poderá ser solicitado para colaborar com os OSSs/BSSs de operadores de telecomunicações de uma forma integrada e automática, tal como esquematizado na Figura 12.

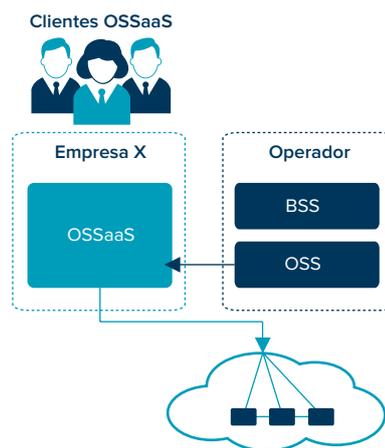


Figura 12 - Cenário OSSaaS fase 2

Assim, numa segunda fase, serão exercitadas funcionalidades que suportam a visão em que o OSSaaS colabora com um operador de telecomunicações, nomeadamente:

- Provisão *end-to-end* de serviços de telecomuni-

cações sobre as redes geridas, proveniente de uma encomenda de um operador de telecomunicações;

- Teste e Diagnóstico de problemas após recla-

mação do cliente junto do operador, com a subsequente abertura de um problema (já endereçado na fase 1).

Referências

- [1] Information technology laboratory, “The NIST Definition of Cloud Computing,” National Institute of Standards and Technology (NIST), 2011.
- [2] R. T. Fielding, “Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures,” University of California, Irvine, 2000.
- [3] R. G. J. M. J. F. H. a. T. B.-L. Fielding, “Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1,” [Online].
- [4] Open Data Protocol, “OData Version 4.0 Committee Specification,” August 2013. [Online]. Available: <http://www.odata.org/documentation/odata-version-4-0/>. [Acedido em 14 01 2014].
- [5] ECMA, “ECMA-404 The JSON Data Interchange Standard,” October 2013. [Online]. Available: <http://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST/ECMA-404.pdf>. [Acedido em 14 01 2014].
- [6] E. Wilde, “The 'profile' Link Relation Type RFC 6906,” 20 03 2013. [Online]. Available: <https://ietf.org/doc/rfc6906/>. [Acedido em 14 01 2014].
- [7] W3C, “XML Schema,” [Online]. Available: <http://www.w3.org/XML/Schema>.
- [8] IANA, Internet Assigned Numbers Authority, “Time Zone Database,” 17 12 2013. [Online]. Available: <http://www.iana.org/time-zones>. [Acedido em 14 01 2014].
- [9] IANA, Internet Assigned Numbers Authority, “Link Relations,” 24 12 2013. [Online]. Available: <http://www.iana.org/assignments/link-relations/link-relations.txt>. [Acedido em 14 01 2014].
- [10] IANA, Internet Assigned Numbers Authority, “IANA Language Subtag Registry,” [Online]. Available: <http://www.iana.org/assignments/language-subtag-registry/language-subtag-registry>.
- [11] ISO, International Organization for Standardization, “ISO 4217: Currency Codes from the International Organization for Standardization,” [Online]. Available: <http://iso4217.net/>.
- [12] IETF, The Internet Engineering Task Force, “Tags for Identifying Languages,” [Online]. Available: <http://tools.ietf.org/html/rfc5646>. [Acedido em 14 01 2014].
- [13] IETF, The Internet Engineering Task Force, “Date and Time on the Internet: Timestamps,” [Online]. Available: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3339.txt>.
- [14] ISO, International Organization for Standardization, “ISO 3166,” ISO, International Organization for Standardization, 2003.
- [15] ISO, International Organization for Standardization, “ISO 8601,” ISO, International Organization for Standardization. [16] IETF, The Internet Engineering Task Force, “URI Template,” 03 2012. [Online]. Available: <http://tools.ietf.org/html/rfc6570>. [Acedido em 14 01 2014].
- [17] OWASP, “A Guide to Building Secure Web Applications and Web Services, 2.0 Black Hat Edition,” July 2005.
- [18] OASIS, “SAML V2.0 Technical Overview,” [Online]. Available: <https://www.oasis-open.org/committees/download.php/27819/sstc-saml-tech-overview-2.0-cd-02.pdf>. [Acedido em 24 1 2014].
- [19] IETF, The Internet Engineering Task Force, “JSON Web Token (JWT),” [Online]. Available: <http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-oauth-json-web-token-15>. [Acedido em 24 1 2014].
- [20] NIST, National Institute of Standards and Technology, “The NIST Definition of Cloud Computing,” [Online]. Available: <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>.

TECNOLOGIAS PON DE NOVA GERAÇÃO



Tiago Mendes
(PT Inovação)



Cláudio Rodrigues
(PT Inovação)



Francisco Rodrigues
(PT Inovação)



Paulo Mão Cheia
(PT Inovação)



Nuno Monteiro
(PT Inovação)



José Salgado
(PT Inovação)

RESUMO

Nos últimos anos tem havido uma clara evolução no desenvolvimento e implantação de fibra até casa (FTTH). Atualmente as redes FTTH são um dos principais diferenciadores entre operadores.

Esta tecnologia possibilita a oferta de aplicações com utilização de uma elevada taxa de débito por cliente, permitindo levar valor ao cliente e criação de receita. Outra vantagem é o facto de proporcionar maior eficiência operacional quando comparada com outras tecnologias de acesso, principalmente pela redução de manutenção e custos operacionais. Por último, requer menor espaço nas centrais e apresenta menor consumo de energia.

Dadas todas estas mais-valias, as redes FTTH foram normalizadas e desenvolvidas em todo o mundo. Todavia, a necessidade de maior largura de banda pelos utilizadores para o acesso a novos serviços faz com que este tipo de redes necessite de evoluir das atuais tecnologias normalizadas GPON e XG-PON para NG-PON2. Nessa evolução, para manter a redução de custos operacionais e a proteção do investimento inicial, os operadores devem manter o atual planeamento de comprimentos de onda garantindo uma coexistência na mesma fibra da atual GPON com as futuras redes de acesso. Nesse âmbito são fatores a ter em conta: a divisão de potência, as diferentes distâncias a cobrir e as perdas de inserção.

Neste artigo apresentam-se os requisitos do sistema e estuda-se a sua necessária adaptação para a coexistência no acesso em fibra ótica das atuais rede GPON e XG-PON com a nova NG-PON2. Discute-se também o cenário de evolução para NG-PON2, considerando o planeamento das bandas óticas e novas arquiteturas que beneficiem da maturidade da tecnologia de multiplexagem no comprimento de onda (WDM).

PALAVRAS-CHAVE

Fibra Ótica, Redes Óticas Passivas, GPON, XG-PON, NG-PON2

A

1. Motivos para o aumento da largura de banda

Atualmente, os pacotes de serviços *triple-play* comerciais oferecem larguras de banda típicas entre 20 e 100 Mbps para clientes residenciais. Segundo a Lei de Nielsen [12] a largura de banda pretendida por clientes “*high-end*” duplica a cada ano. Pode-se então prever que um assinante que requeira 58 Mbps em 2013 pode exigir até 130 Mbps no ano de 2016. Também, segundo a Comissão Europeia, a meta estabelecida para 2020 é que metade dos agregados familiares europeus possuam subscrições de banda larga com velocidade superiores a 100 Mbps.

Embora as tecnologias atuais, como GPON, consigam a curto e médio prazo suprir as necessidades dos consumidores residenciais, a longo prazo as mesmas não serão capazes de responder às exigências dos serviços emergentes, como HDTV, 3D-TV, o crescimento de vídeo *unicast* (*versus multicast*), a computação *cloud*, telepresença, jogos de vídeo multijogador HD, entre outros serviços que requerem uma elevada largura de banda.

As grandes exigências ao nível da largura de banda também provêm de clientes empresariais e de utilizações para *backhaul* móvel, que atualmente já são suportados em redes FTTH. A largura de banda disponível através de redes óticas de acesso representa uma opção de custo atraente quando comparada, por exemplo, com uma ligação Ethernet ponto-a-ponto dedicada.

Em 2020, estima-se que haverá 50 mil milhões de dispositivos ligados usando a rede de banda larga fixa e móvel. De acordo com estimativas da Cisco, de 2012 a 2017 é esperado que o volume total de dados trocados entre utilizadores móveis aumente 66% ao ano. O enorme crescimento de dados móveis vai colocar pressão sobre os operadores, nas redes de *backhaul* e de núcleo.

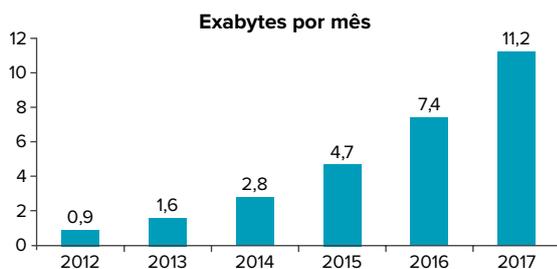


Figura 1 - Aumento do tráfego móvel (Fonte: Cisco VNI Mobile Forecast, 2013)

Adicionalmente, serviços empresariais e de suporte ao *backhaul* móvel poderão exigir taxas simétricas de 1 Gbps e superiores. No entanto, clientes residenciais podem ser menos exigentes, necessitando apenas de ligações até 1 Gbps com perfil assimétrico, pois os picos de utilização são em norma períodos mais curtos. As redes FTTH atuais, como GPON, normalmente não disponibilizam ligações simétricas. A próxima geração, NG-PON2, aborda esta questão e, ao mesmo tempo, proporcionará maior largura de banda e a qualidade de serviço que as novas aplicações exigem.

A convergência de serviços de voz e dados sobre uma rede única de fibra ótica já provou ser a escolha mais acertada para redes *core* e de metro; a mesma tendência está a verificar-se para as redes de acesso, em grande parte impulsionado pelas tecnologias GPON.

Alguns métodos usados pelos operadores para suportarem mais clientes com menor investimento na rede, utilizando a tecnologia GPON, são: uso de maiores índices de divisão ótica, aumento do alcance, reutilização de fibra e uso mais eficiente do espectro existente. As redes de acesso de próxima geração permitirão a evolução gradual das redes de acesso óticas existentes, que são predominantemente residenciais, para redes de acesso convergentes que incluem serviços empresariais, residenciais e *backhaul* móvel.

2. Normalização de redes PON

As redes FTTH baseadas em redes óticas passivas PON têm sido largamente desenvolvidas desde 2004, altura em que o ITU-T *Study Group 15 Q2* finalizou as recomendações que definem um sistema GPON ITU-T *series G.984*[1][2][3][5].

O *Full Service Access Network* (FSAN) [8], a par do ITU-T, no qual a Portugal Telecom possui uma presença ativa, são, respetivamente, o fórum e o organismo de normalização com maior atividade no estudo deste tipo de redes. Na sua visão, as redes de próxima geração encontram-se, neste momento, divididas em duas fases sendo a primeira, o NG-PON1 (mais conhecida como XG-PON [4]) e a segunda, o NG-PON2 [13]. O XG-PON é considerado a evolução a curto prazo, normalizado desde 2010, enquanto a tecnologia NG-PON2 é considerada uma tecnologia a médio-prazo (a normalizar em 2015) (Figura 2).

Estas duas evoluções tecnológicas, XG-PON e NG-PON2, têm como requisitos a coexistência com os sis-

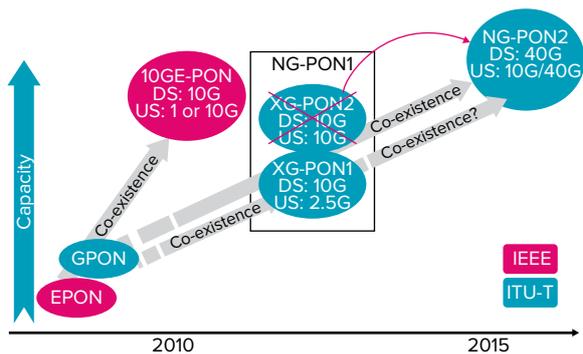


Figura 2 - Evolução PON

temas GPON já produzidos e colocados em produção e a reutilização da atual rede ótica de distribuição (*Optical Distribution Network* ou ODN), tendo em conta que a ODN representa 70% do total do investimento na implantação da tecnologia PON. Portanto, é essencial para a evolução NG-PON que sejam compatíveis com as redes implantadas.

3. XG-PON

A solução evolutiva do GPON a curto prazo é denominada de XG-PON e está definida nas recomendações ITU-T G.987.x, sendo compatível com o equipamento de GPON já colocado na rede. O XG-PON oferece uma largura de banda de 10 Gbps no sentido do cliente (*downstream*) e 2.5 Gbps (*upstream*) no sentido da central.

Tanto os pacotes, como os mecanismos de gestão usados em XG-PON, foram herdados da GPON, sendo o salto evolutivo baseado numa maior largura de banda oferecida, maior número de clientes suportados e sem aumento de complexidade no ODN.

Os comprimentos de onda usados pelo FSAN para *downstream* (1.575nm) e *upstream* (1.270nm) foram selecionados tendo em conta tanto as bandas disponíveis como o mercado de *lasers*, fortemente influenciado pelos *transceivers* óticos de 10 Gbps utilizados em tecnologias como o Ethernet. Para os sistemas GPON e XG-PON coexistirem na mesma rede, é necessária a adição de um acoplador de comprimento de onda localizado na central; este elemento já foi definido como WDM1r na ITU-T G.984.5 (ver Figura 3).

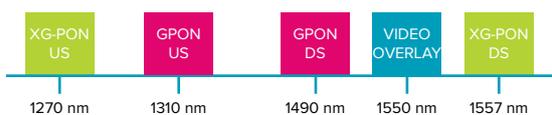


Figura 3 - Comprimentos de onda ITU-T G.987

A classe B+ define um *link budget* de 28 dB. Devido à introdução do WDM1r, ligeiras perdas de potência têm

de ser consideradas, resultando num *link budget* de 29 dB. Além disso, o XG-PON1 contempla ainda as opções de 31, 33 e 35 dB de *link budget*.

Um possível entrave à coexistência entre as tecnologias GPON e XG-PON1 na mesma rede é a falta de filtros óticos nos ONT existentes em casa dos clientes. A maioria dos ONT GPON modernos têm um filtro integrado para eliminar a interferência de comprimentos de onda XG-PON1. No entanto, ONT mais antigos não possuem tal filtro. Para possibilitar a coexistência entre os vários ONT, os operadores deverão garantir que todos têm a filtragem adequada no canal de receção.

Tanto a GPON como a XG-PON usam o mesmo protocolo de configuração, operação e manutenção, denominado *Optical network unit Management and Control Interface* (OMCI) e especificado em ITU-T G.988 [14].

Especificações XG-PON1

Fibra Ótica	Fibra única, de acordo com ITU-T G.652
Plano de comprimentos de onda	<i>Upstream</i> 1260 nm até 1280 nm / <i>downstream</i> 1575 nm até 1580 nm
Largura de banda	<i>Downstream</i> : até 10 Gbps / <i>Upstream</i> : até 2.5 Gbps Suporta alocação dinâmica de largura de banda (DBA) Gestão de tráfego e qualidade de serviço (QoS)
Taxa de transmissão nominal	<i>Upstream</i> : 2.48832 Gbps / <i>Downstream</i> : 9.95328 Gbps
Camada MAC	<i>Upstream</i> : TDMA / <i>Downstream</i> : TDM FEC com codificação <i>scrambled</i> NRZ
Perdas máximas de transmissão	Entre 29 dB e 35 dB
Taxa de divisão ótica	1:32, 1:64, escalável até 1:256
Alcance	Alcance diferencial entre 20 km ou 40 km Alcance lógico até 60 km
Sincronismo	Melhorias de sincronismo <i>timing</i> e <i>time-of-day</i> para aplicações de <i>backhaul</i> móvel
Segurança	Autenticação mútua; Autenticação necessária para proteger a integridade das mensagens de gestão e as chaves de encriptação da PON

Especificações XG-PON1

Mecanismos de poupança de energia	Redução da carga durante as falhas de energia (prolonga a vida das baterias), desligando interfaces de rede (UNI) inativas
	Seleção do modo "ativo de baixo consumo" para transmissões de rotina
	Modo hibernar, modo no qual a ONT desliga o transmissor e recetor devido a não ter atividade.

Tabela 1 - Especificações XG-PON1

4. NG-PON2

Os requisitos gerais para NG-PON2 apontam para que suporte, pelo menos, 40Gbps de capacidade agregada em *downstream* e de 10 a 40Gbps em *upstream*. Estas velocidades servirão aplicações residenciais, empresariais e *backhaul* móvel.

O FSAN considerou diversos tipos de opções para o NG-PON2. Das tecnologias em estudo propostas para suportar o requisito de largura de banda de 40 Gbps, encontravam-se as seguintes opções:

- 1) WDM-PON, *coherent ultra-dense* WDM-PON (UDWDM PON);
- 2) *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) PON, 40Gbit/s TDM PON;
- 3) TWDM-PON (TDM/WDM-PON).

Este último é um sistema híbrido que empilha quatro 10GPON numa única fibra para ter uma capacidade agregada de 40 Gbps.

De entre estas, a tecnologia TWDM-PON foi considerada pelo FSAN como a solução para o NG-PON2, pois do ponto de vista dos operadores é considerada a menos arriscada, menos disruptiva e menos dispendiosa do que as restantes soluções, o que contribui significativamente para um grande avanço na normalização do NG-PON2.

Este novo sistema vai aumentar a capacidade da PON para, pelo menos, 40Gbps e prestar serviços de 1 Gbps ou mais com plataformas que podem ser implantadas já em 2015.

Quando a coexistência entre diversas gerações de PON é considerada, torna-se necessário ter em conta o planeamento dos comprimentos de onda que a tecnologia NG-PON2 tem para coexistir. A Figura 4 apresenta o espectro para NG-PON2, bem como a sua coexistência com as atuais redes PON.

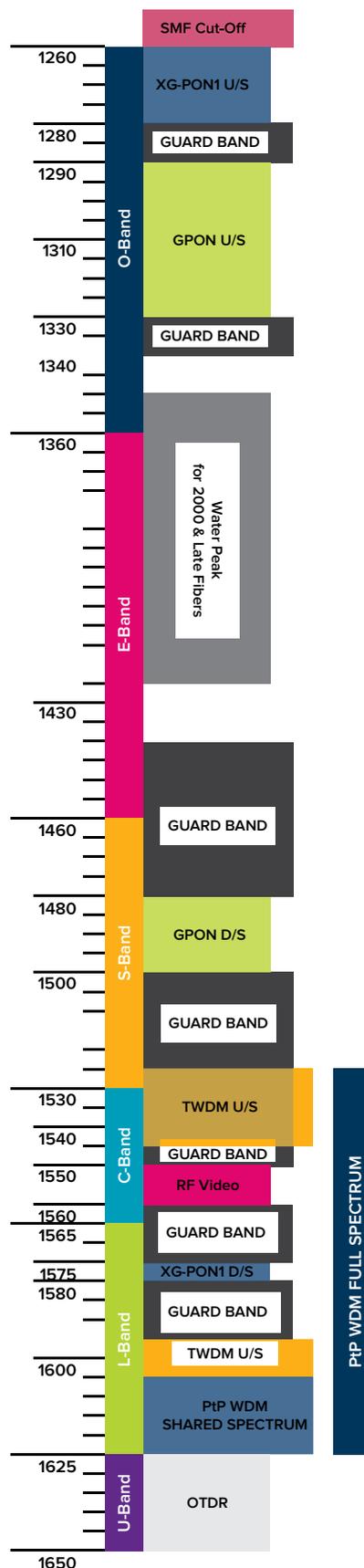


Figura 4 - Plano de comprimento de onda (em nm) das atuais PON

O *RF Overlay*, na banda dos 1550~1560nm é um elemento importante na análise da coexistência entre tecnologias, pois obriga a um cuidadoso planeamento tecnológico.

Outros fatores que limitam o espectro disponível são as características dos filtros óticos existentes nos sistemas já desenvolvidos e implementados. O mais considerável é o filtro do sinal de *RF Overlay*, que requer bandas de guarda que ocupam a maioria da banda C onde as perdas de inserção das fibras são menores e se podem colocar amplificadores de fibra dopada com érbio (EDFA). Isto significa que existe uma grande limitação espectral, visto que a tecnologia NG-PON2 necessita de coexistir com todas as PON já implementadas. Apenas uma tecnologia que ocupe pouco espectro por comprimento de onda, e que seja capaz de ser estritamente controlada, é capaz de coexistir nestas condições. Caso contrário vão ser necessários compromissos, com restrições aos cenários de coexistência. A tecnologia NG-PON2 tem as características para ser capaz de coexistir com as atuais PON.

A Figura 5 apresenta um exemplo de uma arquitetura TWDM-PON, onde é possível observar a coexistência de elementos de NG-PON2 (OLT e ONU) com elementos de GPON e *RF Overlay* por via da introdução de um elemento de coexistência, que se apresenta de vital importância.

A norma ITU-T G.989.2 prevê até um total de oito comprimentos de onda a 10 Gbit/s que são multiplexados no CO (*Central Office*) e encaminhados no sentido *downstream*. As ONTs irão selecionar o respetivo comprimento de onda de operação, filtrando um dos comprimentos de onda *downstream*.

No sentido ascendente (*upstream*), as ONU/ONT irão funcionar num dos quatro ou oito comprimentos de onda de *upstream*, previamente selecionado para operação dessa mesma ONU pelo OLT.

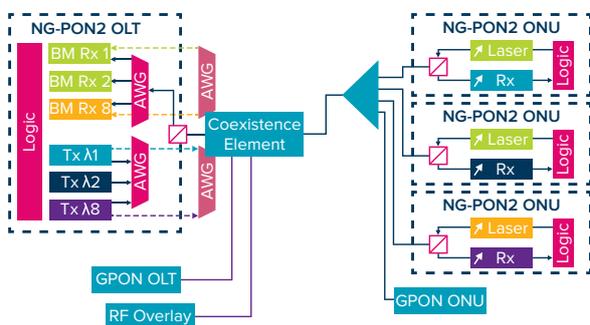


Figura 5 - TWDM-PON

A coexistência com as atuais PON, o uso de múltiplos comprimentos de onda no mesmo sentido de propagação e o espaçamento entre os mesmos acarretam um esforço complementar para minimizar os efeitos de in-

terferência entre canais.

No lado da OLT, a tecnologia a empregar para a filtração entre canais será *Arrayed Waveguide Grating (AWG)* ou *Thin Film Filters*.

O NG-PON2 foi também desenhado para suportar *pay as you grow*, permitindo que os operadores aumentem a rede à medida da necessidade de maior largura de banda.

A coexistência é assegurada por um elemento passivo, o chamado elemento de coexistência (CE), anteriormente referido, e que combina/divide os diversos comprimentos de onda associados de cada geração de tecnologias.

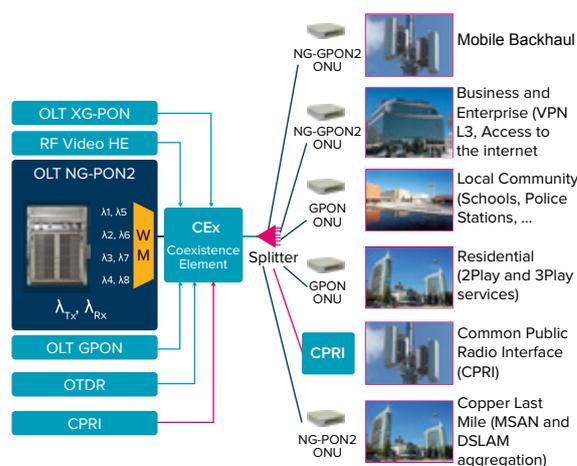


Figura 6 - Elemento de Coexistência

Os principais desafios da implementação de NG-PON2 são a atribuição de espectro (considerando que a compatibilidade com serviços de RF é obrigatória) e a necessidade de ONTs incolores, capazes de enviar e receber sinais em qualquer um dos comprimentos de onda atribuídos. O transmissor ONT deve ser ajustável enquanto o recetor necessita de um filtro sintonizável.

ONTs incolores com base em transmissores e recetores sintonizáveis são consideravelmente mais dispendiosos que ONTs GPON. Atualmente, os fornecedores de componentes óticos estão empenhados em desenvolver novas tecnologias para ajudar a reduzir os custos. O uso de circuitos integrados fotónicos (PICs) no ONT é altamente vantajoso pois permite o processo de fabricação em massa fazendo baixar consideravelmente o custo.

Além disso, uma vez que as tecnologias sintonizáveis dependem sobretudo de controlo de temperatura, um dos principais desafios é manter baixo o consumo de energia no ONT, respeitando o Código de Conduta da UE que regula de forma rigorosa o consumo de energia de equipamentos de banda larga.

Quatro opções TWDM-PON estão atualmente a ser de-

envolvidas pelo ITU-T Study Group 15 Q2:

- **Básico:** 40 Gbps *downstream* e 10 Gbps *upstream*, usando quatro comprimentos de onda;
- **Estendido:** 80 Gbps *downstream* e 20 Gbps *upstream*, usando oito comprimentos de onda;
- **Empresarial:** serviços simétricos, 40/40 Gbps e 80/80 Gbps;
- **Fronthaul móvel:** *overlay* ponto-a-ponto WDM.

Espera-se também que os dispositivos NG-PON2 suportem as especificações temporais necessárias para *backhaul* móvel, como o IEEE 1588v2 *Boundary Clock* e relógio transparente.

4.1. NG-PON2 – elemento de multiplexagem/desmultiplexagem

O elemento de multiplexagem/desmultiplexagem de canais (WM) em NG-PON2 assume um papel preponderante, tanto pela agregação dos canais de *downstream* como pela filtragem dos canais *upstream*. Devido à necessidade de utilização do elemento WM, o qual introduz uma atenuação de cerca de 2 a 3dB, juntamente com o facto de as potências óticas necessárias para NG-PON2 estarem no limiar da tecnologia dos *lasers* discretos, surgiram dois tipos de *links* A e B, descritos na Tabela 2:

- O *link* A foi pensado para a utilização com elementos WM passivos, logo *lasers* mais evoluídos terão de ser usados nas ONTs de forma a cumprir as especificações;
- O *link* B foi pensado para a utilização com elementos WM ativos, logo *lasers* mais económicos podem ser usados nas ONTs de forma a cumprir as especificações e limitar o custo de ótica complexa nos extremos da rede.

	Link A	Link B
ODN classe	N2	
Velocidade de transmissão	9.95328 Gbps	
Atenuação mínima da rede	16 dB	
Atenuação máxima da rede	31 dB	
Diferença entre TX ONTs	15 dB	
Potência mínima emitida ONT	+4.0 dBm	+2.0 dBm
Potência máxima emitida ONT	+9.0 dBm	+7.0 dBm
Potência ótica mínima à entrada do WM	-28.5 dBm	-30.5 dBm

Tabela 2 - Especificações *Link* A e B

A Figura 7 apresenta a topologia interna dos elementos de coexistência considerados para suportar os *links* A e B respetivamente.

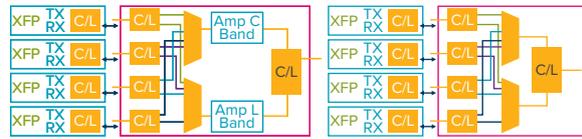


Figura 7 - Elemento WM com (A) e sem amplificação (B)

5. Cenários de coexistência entre ONT tipo A e B na mesma rede para upstream

Redes de acesso baseadas em GPON e XG-PON não apresentam problemas de interferência entre canais operantes na mesma banda, denominados de interferência OOC (*out-of-channel*), apresentando apenas interferência devido a canais fora da banda, denominada de interferência OOB (*out-of-band*). Fazendo uso de filtros relativamente simples é possível suportar os canais de *upstream*, *downstream* e, caso empregue, canais de *RF Overlay* na mesma ODN, sem penalidade entre eles.

Para a montagem de um sistema de acesso NG-PON2, todos os componentes óticos devem ser cuidadosamente escolhidos, tendo especial atenção a:

- SMSR (*Side Mode Supression Ratio*) dos *lasers* escolhidos;
- Elemento de coexistência:
 - Isolamento entre canais adjacentes;
 - Isolamento entre canais não-adjacentes.

Para o cálculo do SMSR, necessário para os *lasers* a usar nas ONT, têm de ser respeitadas as seguintes equações:

$$\text{SMSR}_{\text{ooc}} \text{ (dB)} = P \text{ (dBm)} - \text{Pooc} \text{ (dBm)}$$

$$\text{SMSR}_{\text{oob}} \text{ (dB)} = P \text{ (dBm)} - \text{Poob} \text{ (dBm)}$$

Para um ONT a emitir de 9 dBm de potência, e respeitando os valores de Pooc de -45.1dBm e Poob -58dBm, os valores de SMSR são respetivamente SMSR_{ooc}, 54dBm e SMSR_{oob} 67dB (Figura 8).

Com vista a avaliar tecnicamente a coexistência entre ONTs do tipo A e tipo B na mesma ODN, utilizou-se o *software* VPI *Transmission Maker*[®].

Na referida simulação foram considerados *lasers* comerciais e para tal procedeu-se a uma prévia caracterização dos mesmos, sendo posteriormente importados os valores para a plataforma VPI.

Para sistemas que implementem *Forward Error Correction* (FEC), como o NG-PON2, o limite de *Bit Error Rate*

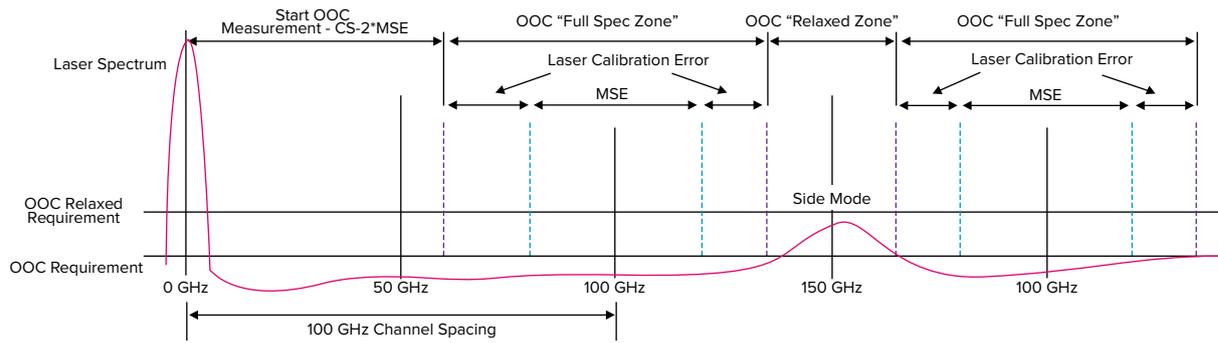


Figura 8 - Espectro do *laser* e interferência entre canais. FSAN-Santa Clara 2014 - “Joint_CALIX_FINISAR_OOC_Relaxation_Zones”

(BER) é de 10^{-3} . As simulações feitas no âmbito deste artigo prendem-se então com este limite de BER e a potência de receção que lhe está associada nos diferentes cenários. Os casos simulados são apresentados de seguida.

5.1. Elemento WM passivo

A configuração simulada é a apresentada na Figura 9. As quatro ONUs possuem modulação direta e espaçamento entre canais de 100GHz. O elemento WM foi configurado com os parâmetros físicos de componentes já disponíveis no mercado.

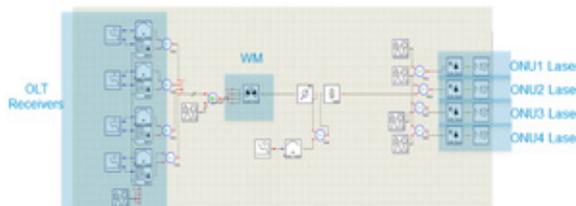


Figura 9 - Setup usado no VPI Transmission Maker

O ponto base de avaliação do sistema é apresentado na Figura 10 e os respetivos diagramas de olho na Figura 11. Com esta primeira simulação foi estudada a penalidade, (decréscimo de qualidade de sinal recebi-

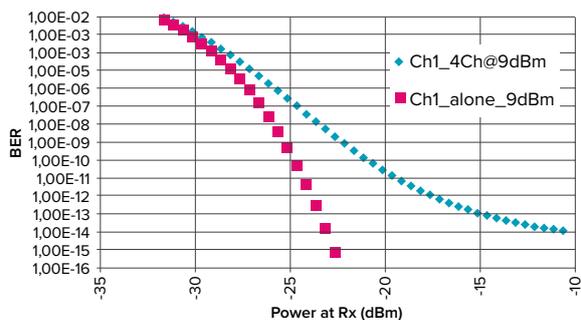


Figura 10 - BER versus potência recebida na OLT

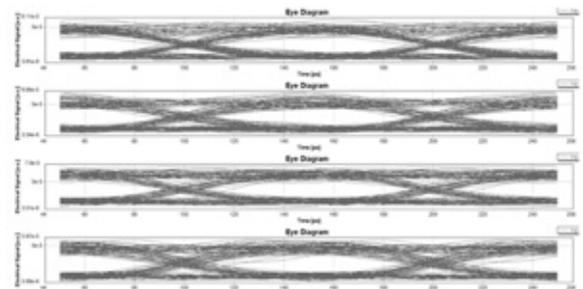


Figura 11 - Diagramas de olho dos vários canais de *upstream* na interface da OLT

do) numa ONT tipo A pela introdução de três ONT tipo A nos 3 canais adjacentes. O canal considerado vítima sofreu uma penalização inferior a 1 dB, mesmo para o limite de sensibilidade de -31 dBm, logo, possibilitando a coexistência entre canais.

Tendo em vista avaliar a coexistência entre ONT do tipo A e tipo B na mesma ODN, foi avaliada a mesma configuração anterior mas sendo as potências ajustadas de forma a respeitarem os dois tipos de *links* agora usados.

A seguinte simulação foi concebida para avaliar a penalidade numa ONT tipo B pela introdução de três ONT tipo A nos 3 canais adjacentes. Este é o caso mais crítico devido ao facto de a ONT tipo B possuir uma potência máxima emitida inferior em 5dB.

Como se pode comprovar pelas Figuras 12 e 13, as diferenças de potência entre ONTs medidas nos respetivos recetores da OLT podem degradar seriamente a qualidade do sinal, chegando a casos extremos onde, nem com a utilização de *lasers* de elevado SMSR e elementos de coexistência com elevado isolamento entre canais, é possível respeitar o limiar de BER para as várias potências de sinal recebido na OLT.

Com vista a solucionar os problemas apresentados na última simulação, o mecanismo de controlo de potência emitida pela ONU, conhecido como *power levelling*, apresenta-se como a solução mais robusta.

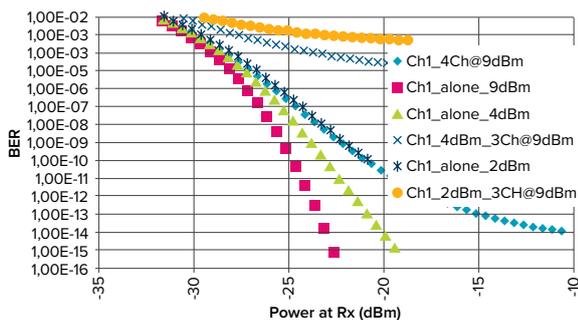


Figura 12 - BER versus potência recebida na OLT

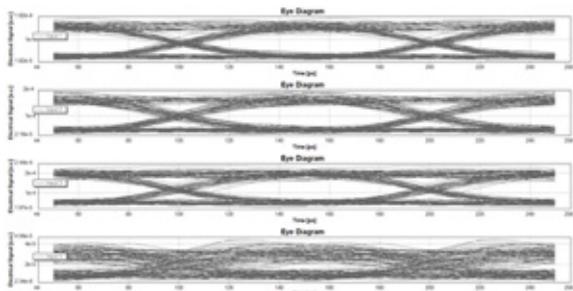


Figura 13 - Diagramas de olho dos vários canais de upstream na interface da OLT

5.2. Evolução pós NG-PON2

É expectável que as necessidades de largura de banda continuem a aumentar significativamente. Os equipamentos das redes de acesso deverão acompanhar esse mesmo ritmo, no que concerne à capacidade de transporte de informação. O limite teórico para a largura de banda da fibra ótica é extremamente elevado, logo, as limitações surgem principalmente a partir da combinação de *lasers*, amplificadores e outros equipamentos usados para enviar e receber o sinal ótico. Atualmente já é possível encontrar sistemas de transmissão óticos de longa distância comerciais com capacidade até 8 Tbps. No entanto, o modelo económico das redes de longa distância não se pode aplicar nas redes de acesso pois estas são mais sensíveis ao custo dos elementos óticos.

Nas redes pós NG-PON2, a largura de banda entregue aos clientes finais será dependente:

- Da capacidade total do equipamento de acesso ótico;
- Do nível de divisão ótica - quantos utilizadores repartem a largura de banda por porto PON.

O alcance do sistema ótico pode também ser um fator a considerar, devido à relação sinal-ruído.

Embora haja incertezas na evolução tecnológica, o plano de evolução a longo prazo das redes PON indica que a tecnologia pode ser capaz de oferecer taxas de

100 Gbps em distâncias superiores a 100 km, até 2025 (Figura 14).

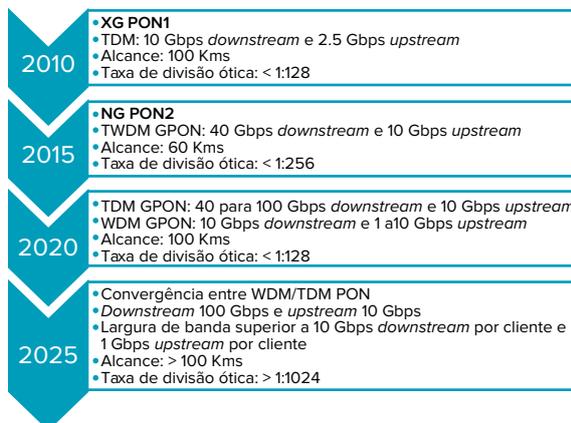


Figura 14 - Previsões para a evolução pós NG-PON2 (“Analysys Mason”, 2009)

6. Aplicações NG-PON2

6.1. Backhaul para células móveis de pequena dimensão

Os operadores de serviços móveis apostam cada vez mais na adoção de células de pequena dimensão. Estas células são caracterizadas pela baixa potência consumida e por possibilitarem aos operadores aumentar a sua cobertura em áreas de elevada utilização, ao mesmo tempo que respeita níveis de emissão mais baixos.

Aproveitar a infraestrutura FTTH existente para fazer a ligação entre as células e a rede de transporte, possibilita a implementação mais rápida das mesmas com benefício para as operadoras.

Atualmente um novo modelo de negócio está a surgir onde os operadores oferecem “*Small Cells as a Service* (SCaaS)”, tendo em vista suportar redes móveis virtuais para operadores que não possuem infraestrutura física.

Células de pequena dimensão requerem elevada qualidade de serviço (QoS) e elevado desempenho, exigindo assim *backhails* de alta capacidade, baixa latência e alta disponibilidade. É preciso ainda sincronização e alinhamento de frequências para permitir a integração e mobilidade com células de pequena e grande dimensão.

Com isto em mente, acreditamos que a tecnologia NG-PON2 está bem posicionada para suportar os requisitos de *backhaul* de células de pequena dimensão.

6.2. Arquitetura C-RAN

Com o desenvolvimento das redes de banda larga móvel, impulsionado principalmente pelas redes 4G e 5G,

é esperado que as células rádio de próxima geração suportem taxas de dados até 10 Gbps. Os operadores móveis terão de aumentar significativamente a capacidade das suas redes rádio e, ao mesmo tempo, reduzir os custos operacionais e de capital, porque a receita por cliente final não se vai manter ao mesmo ritmo.

Inevitavelmente um número crescente de estações base, com alta eficiência espectral e elevado gasto energético, serão implementadas. Espaço e disponibilidade energética são recursos escassos nos locais atuais das células, pelo que uma opção será mover algumas funções da rede rádio, que atualmente estão localizadas juntamente com a antena, para locais mais próximos da rede metro. Esta mudança para uma "Rede de acesso rádio *cloud*", ou C-RAN, introduz um novo requisito na infraestrutura global de rede móvel, o *fronthaul* móvel.

A arquitetura C-RAN fornece uma maneira económica de os operadores instalarem tecnologias sem fios de banda larga emergentes. Estações base remotas simples podem estar localizados em locais termicamente desafiantes, sendo controladas a partir de um ponto central. Tal facto reduz consideravelmente custos de capital e operacionais. Também os custos de instalação serão menores e serão necessários menos deslocamentos ao local da célula, pois as atualizações, pois atualizações e resolução de problemas poderão ser realizadas remotamente a partir da central. Além disso, através da remoção do equipamento ativo do local da célula, é melhorada a segurança e a necessidade de controlo térmico dos equipamentos da célula é eliminada.

Atualmente, a unidade de banda base (BBU) está tipicamente localizada num armário no local de célula (ou no poste) e ligado à cabeça de rádio (com a RRU) no topo da torre usando um protocolo de interface de rádio pública comum (CPRI) (Figura 15). Se o BBU é movido para uma localização central, será necessária uma ligação de banda larga entre as cabeças de rádio remotas e a central onde é feito o processamento e des/empacotamento dos dados.

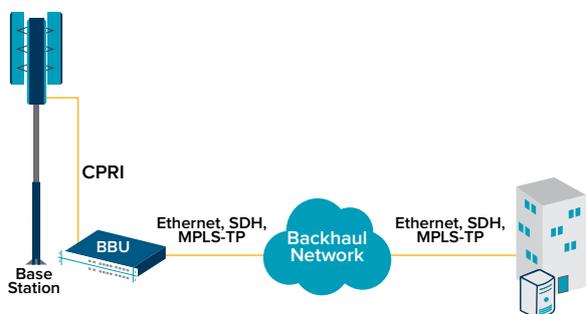


Figura 15 - Topologia atual de CPRI para suporte *backhaul*

A opção mais simples para a realização de *fronthaul* móvel, para cabeças de rádio remotas, seria uma ligação dedicada de fibra ótica. Os equipamentos de SDH e IP são dispendiosos, de difícil implementação e operação, portanto, alternativas de baixo custo têm sido sugeridas.

Uma opção mais económica é ligar o BBU para a cabeça de rádio remoto através de uma rede NG-PON2, pela atribuição de um dos comprimentos de onda definidos para NG-PON2 a cada célula. O protocolo CPRI foi definido com seis taxas de débito diferentes, incluindo uma que se aproxima da taxa de NG-PON2 de 10 Gbps.

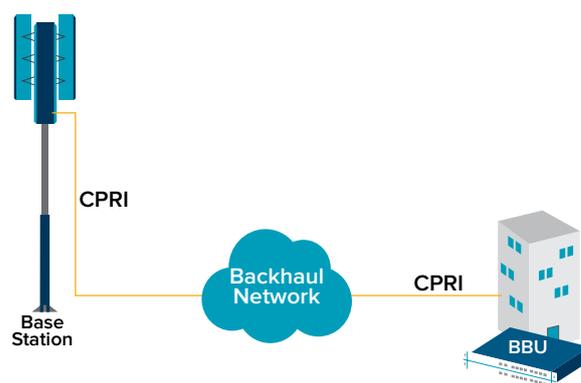


Figura 16 - Comprimento de onda dedicado para CPRI

7. Conclusões

A curto e médio prazo as redes óticas passivas GPON, vão fornecer largura de banda suficiente de forma competitiva. No entanto, no futuro a combinação de aplicações de banda larga para clientes residenciais e os novos requisitos de serviços de *backhaul* e de negócios móveis, vai ultrapassar a capacidade disponível da atual geração de equipamentos PON.

A nova tecnologia terá de ser introduzida sem interrupção dos serviços e sem impacto nas receitas existentes. A atualização deverá também ser atraente do ponto de vista comercial, a fim de combinar a necessidade de aumento de largura de banda com a necessidade de receita.

Os operadores de telecomunicações e os governos têm efetuado grandes investimentos na implantação de fibra ótica na rede de acesso. Logo, é improvável que aceitem novas tecnologias que não reutilizem a infraestrutura existente.

Em termos de *bit rate*, a tecnologia XG-PON é a evolução natural para as redes GPON, mas a necessidade de maior largura de banda vai levar os operadores a evoluírem diretamente para NG-PON2.

As redes passivas multiplexadas em tempo e compr-

mento de onda (TWDM-PON) foram escolhidas como a solução técnica base para NG-PON2 pois reutilizam o investimento na rede pré-instalada.

Atualmente ainda subsistem diversos entraves à entrada no mercado de redes NG-PON2 começando pelo facto da normalização ainda não estar completamente fechada. Como uns dos principais operadores, a PT Portugal aposta na inovação e desenvolvimento de soluções próprias para as redes operadas, incluído as redes de acesso.

Sendo o NG-PON2 o próximo grande passo evolutivo nas redes de acesso, a PT Inovação irá continuar ativamente a colaborar tanto na normalização da mesma como na criação de soluções para os desafios de implementação.

8. Recomendações

- Os operadores devem assegurar que o processo de evolução tem impacto mínimo sobre os serviços prestados aos clientes finais e nos sistemas de operação, administração e manutenção atuais;
- A normalização sobre as redes de próxima geração precisa de ser acelerada, especialmente, o NG-PON2;
- Os esforços de IDI devem ser reforçados para melhorar o custo e *performance* dos componentes óticos, especialmente os transmissores e receptores ajustáveis na ONT.

Referências

- [1] ITU-T Recommendation G.984.5, Series G: Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): Enhancement band, September 2007.
- [2] ITU-T Recommendation G.984.2, Series G: Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification, March 2003.
- [3] ITU-T Recommendation G.984.2 Am1, Series G: Physical Media Dependent (PMD) layer specification, Amendment 1: New Appendix III – Industry best practice for 2.488 Gbit/s downstream, 1.244 Gbit/s upstream G-PON, February 2006.
- [4] ITU-T Recommendation G.987.1, SERIES G: 10 Gigabit-capable Passive Optical Network (XG-PON): General Requirements, January 2010.
- [5] ITU-T Recommendation G.984.1, Series G: Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General characteristics, 2008
- [6] ITU-T Recommendation G.694.1. Series G: Spectral grids for WDM applications: DWDM frequency grid, June 2006.
- [7] http://www.lightreading.com/document.asp?doc_id=222285
- [8] <http://www.fsan.org/news/>
- [9] http://www.lightreading.com/document.asp?doc_id=222232
- [10] <http://newswire.telecomramblings.com/2012/06/huawei-contributes-breakthroughs-ng-pon2-standardization/>
- [11] Yuanqiu Luo, Time and Wavelength Division Multiplexed Passive Optical Network (TWDM-PON), Technologies for NG-PON2: Why I Think This Technology Is the Clear Winner, NFOEC workshop, March 2012.
- [12] <http://connectedhome2go.com/2008/03/18/nielsens-law/>
- [13] ITU-T Recommendation G.989.1, SERIES G: 40-Gigabit-capable passive optical networks (NG-PON2): General requirements, March 2013.
- [14] ITU-T Recommendation G.988, SERIES G: : Optical network unit management and control interface specification, October 2012.

DISTRIBUIÇÃO DE TV SATÉLITE ATRAVÉS DE GPON



Nelson Silva
(PT Inovação)



Cláudio Rodrigues
(PT Inovação)



Paulo Jesus
(PT Inovação)



Paulo Mão Cheia
(PT Inovação)



José Salgado
(PT Inovação)

RESUMO

A evolução na implantação e desenvolvimento de fibra óptica até casa (FTTH – *Fiber-To-The-Home*) alavancada sobre redes passivas, tais como a GPON, permite a oferta de novos serviços e de aplicações com uma elevada taxa de débito por cliente. Como tal, é uma tecnologia com elevada capacidade de criação de receita. Neste artigo apresenta-se a solução convergente SATMUX de distribuição *RF overlay* fim-a-fim, onde as componentes de TV por satélite e CATV analógica são combinadas em *overlay* com serviços GPON (dados e voz) existentes. Para além do detalhe da solução e dos desafios técnicos, neste artigo pretende-se ainda apresentar os principais cenários de utilização que potenciam a diferenciação na forma de distribuição agregada de sinais de vídeo analógico e de satélite na rede da Oi.

PALAVRAS-CHAVE

CATV, FTTH, GPON, *RF overlay*, TV Satélite

N

1. Introdução

Os últimos anos tem-se assistido a um claro crescimento da implantação e desenvolvimento de fibra ótica até casa (FTTH), sendo que esta tecnologia permite alargar a oferta de aplicações com requisitos de elevadas taxas de débito por cliente, possuindo assim uma elevada capacidade de criação de receita.

Atualmente a implantação de FTTH baseada em redes óticas passivas, como a GPON, constitui o principal diferenciador entre operadores, sendo que uma vantagem chave do FTTH prende-se com o facto de esta tecnologia permitir uma maior eficiência operacional quando comparada com outras tecnologias de acesso, principalmente por redução de custos de manutenção e operacionais. Além disso, requer menor espaço nas centrais e apresenta menor consumo de energia.

A utilização da tecnologia GPON para a implantação de redes suportadas no conceito FTTH possibilita serviços *triple-play*, incluindo dados, voz e vídeo, sendo que a norma prevê uma banda específica no domínio ótico para permitir a distribuição de sinais de vídeo, por exemplo CATV (*Cable Television*), numa abordagem tipicamente designada por *RF overlay* (ver Figura 1).

Neste artigo apresenta-se a solução convergente SAT-MUX que explora o potencial dessa componente de distribuição, através da inclusão de sinais TV satélite (DTH – *Direct to Home*) multiplexados com o sinal analógico

CATV já existente.

Para além do detalhe da solução, pretende-se abordar requisitos funcionais e de desempenho dos sistemas, nomeadamente OLT (*Optical Line Terminal*), ao nível do CO (*Central Office*), e ONT (*Optical Network Terminal*), em casa do cliente, bem como estudar a necessária adaptação para o suporte e distribuição de sinais de satélite fim-a-fim sobre uma rede GPON incluindo também a atual distribuição de vídeo analógico. De forma complementar, pretende-se ainda apresentar os principais cenários de utilização que potenciam a diferenciação na forma de distribuição agregada de sinais de vídeo analógico e de satélite na rede Oi.

2. Rede FTTH baseada em GPON

Atualmente, a GPON é baseada na norma do ITU-T G.984.x e suporta serviços *triple-play* (dados, voz e vídeo). Permite taxas de débito de 2.5 Gbps no sentido do cliente, 1.25 Gbps no sentido da central e um rácio de divisão ótica 1:64 sobre uma única fibra, com um alcance lógico de 60 km.

A tecnologia GPON possui três bandas, definidas para os diferentes serviços: o sinal de *downstream* para o utilizador encontra-se definido entre os 1480 nm e os 1500 nm (portadora nos 1490 nm) e o sinal de *upstream* do utilizador dos 1260 nm aos 1360 nm (portadora nos 1310 nm), sendo que a banda dos 1550 nm aos 1560 nm (portadora nos 1555 nm) é utilizada para a distribuição de ví-

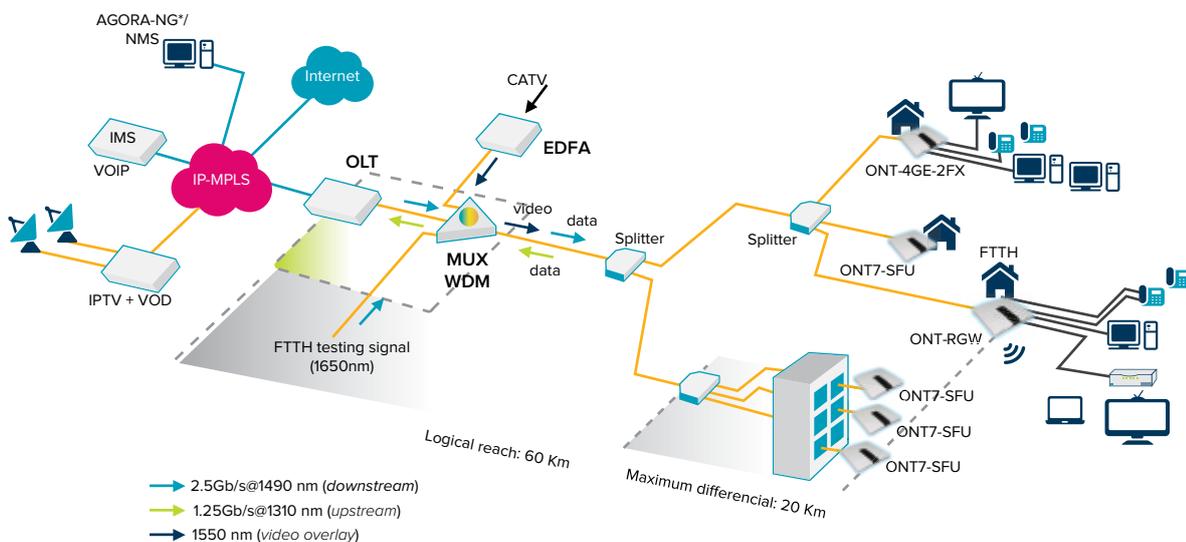


Figura 1 - Arquitetura GPON

deo analógico, comumente designado por *RF overlay*.

A tecnologia GPON é baseada na divisão de potência ótica, numa configuração em estrela passiva onde o nó remoto (RN – *Remote Node*) divide o sinal no sentido do cliente, para os diferentes terminais de fibra ótica (ONT) (ver Figura 2).



Figura 2 - Equipamento terminal ONT da PT Inovação

Além do ao baixo custo de instalação, de apenas uma fibra ótica até ao RN, este tipo de arquitetura promove não só baixos custos energéticos, mas também um custo de manutenção de componentes ativos mais baixo [1] [2].

No cenário nacional, cada PON de classe B+ (28 dB de gama dinâmica) suporta até 64 utilizadores ou ONTs e é conseguida através de dois ou três níveis de divisão ótica. O plano de construção da rede de fibra define três tipos de topologias, com a combinação de 4 tipos de divisores óticos, 2:2 (ou 1:2), 1:4, 1:8 e 1:32, alimentando 64 clientes por cada porto do terminador de linha ótica (OLT).

3. Solução desenvolvida

O sistema SATMUX da PT Inovação explora o potencial da componente de *RF overlay* atualmente existente na tecnologia GPON através da inclusão de sinais TV satélite (DTH) multiplexados com o sinal analógico CATV.

Esta abordagem alavancada na tecnologia GPON permite simplificar o transporte de sinal DTH até casa do cliente (FTTH), ao mesmo tempo que promove a criação de receita, reduzindo os custos operacionais.

Do ponto de vista de *Central Office*, a solução desenvolvida pode ser descrita como um sistema modular compatível com os OLTs atuais.

O módulo SATMUX desenvolvido recebe, em rádio-frequência (RF), o sinal DTH proveniente de um LNB (*Low Noise Block downconverter*) e o sinal CATV analógico proveniente de *HeadEnd*, devidamente ajustados com filtragem e amplificação, e efetua a conversão para o domínio ótico, colocando ambos os sinais RF recebidos na janela ótica dos 1555 nm.

Para além da conversão E/O (eletro-ótica) do sinal RF, este módulo inclui ainda as funcionalidades de proteção através da ligação de uma segunda unidade SATMUX redundante.

O sinal ótico é então encaminhado para a carta de cliente PON (TR32R), a qual implementa a amplificação ótica, garantindo à saída a potência requerida PON em cada porto de *RF overlay*. Adicionalmente, a carta TR32R inclui funcionalidades de multiplexagem ótica através de *multiplexers* WDM, permitindo que cada porto de saída GPON inclua a componente de *RF overlay* multiplexada internamente com o sinal GPON, otimizando a solução e simplificando o processo de instalação (ver Figura 3).

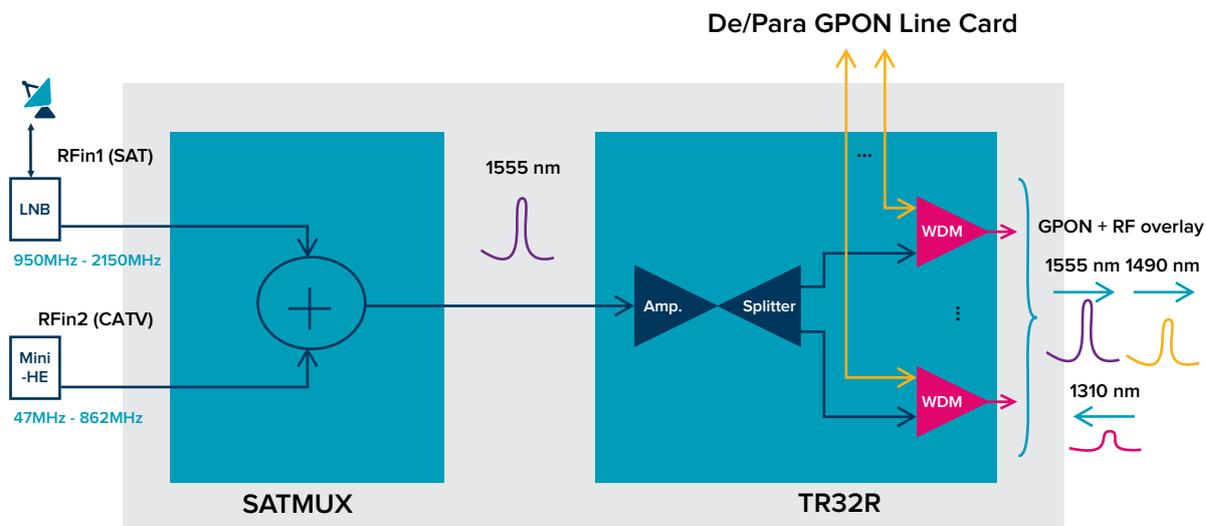


Figura 3 - Diagrama de blocos simplificado da solução de distribuição de TV satélite alavancada na tecnologia GPON

Do ponto de vista técnico, o sinal DTH ocupa espectro RF na banda dos 950 MHz aos 2150 MHz, onde é necessário garantir um mínimo de 25 dB de *Carrier to Noise Ratio* (CNR). Em relação ao sinal CATV analógico proveniente do *HeadEnd*, é necessário garantir 50 dB de CNR para uma banda RF de 47 MHz a 870 MHz.

Face a estes requisitos desafiantes, foi necessário desenhar *frontends* analógicos e conversores E/O de estado da arte, possuindo uma elevada gama dinâmica, linearidade e resposta em frequência plana.

Em termos de modularidade, a solução desenvolvida é compatível com os diversos *chassis* dos OLTs da PT Inovação, sendo que para o *chassis* de maior capacidade (sistema OLT1T3) (Figura 4) permite uma solução com elevado número de portas, com multiplexagem de clientes GPON e serviços DTH + CATV em *RF overlay*, dando assim resposta a cenários de operador com necessidade de elevada densidade de atendimento de clientes.

Adicionalmente ao módulo SATMUX, a solução agregadora desenvolvida pela PT Inovação inclui também a componente de terminal de rede a instalar em casa do cliente através do desenvolvimento de equipamento ONT com suporte de sinal DTH (ver Figura 5).

O equipamento terminal ONT desenhado inclui uma saída RF contendo o sinal elétrico da componente de TV satélite (DTH) na banda L (950 a 2150 MHz), multiplexado com o sinal analógico CATV (47 a 870 MHz). Desta forma, o transporte do sinal RF respeitante às componentes de DTH e CATV é feito de modo transparente sobre fibra ótica, o que permite reutilizar os equipamentos eventualmente já existentes em casa do cliente, como os desmoduladores de TV e as *Set-Top-Box* (STBs), que descodificam o sinal DTH. Adicionalmente,

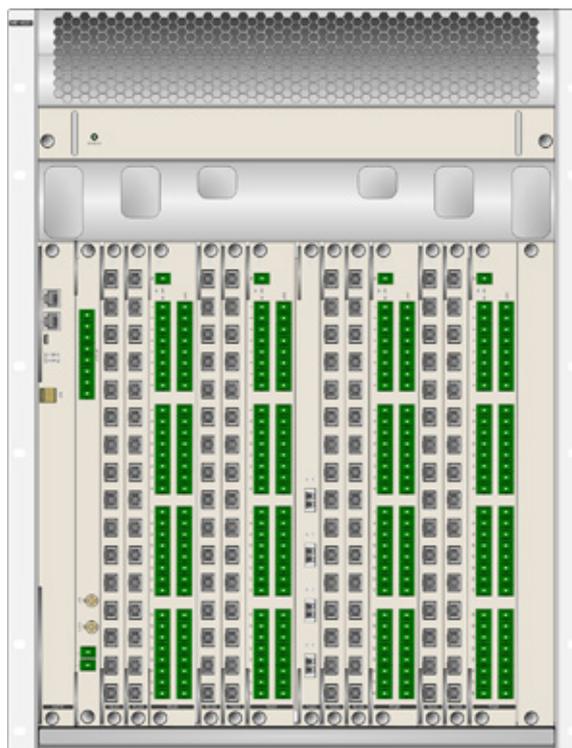


Figura 4 - Bayface da solução desenvolvida instalada em sistema OLT1T3

o ONT disponibiliza ainda dados e voz suportados pela tecnologia GPON, permitindo uma oferta abrangente de serviços *triple-play*, incluindo DTH.

De forma complementar ao equipamento terminal ONT base, onde são disponibilizadas as componentes de dados da GPON, e a componente de DTH e CATV em *RF overlay*, ilustrado na Figura 2, a PT Inovação disponibiliza ainda uma solução integrada onde o ONT inclui

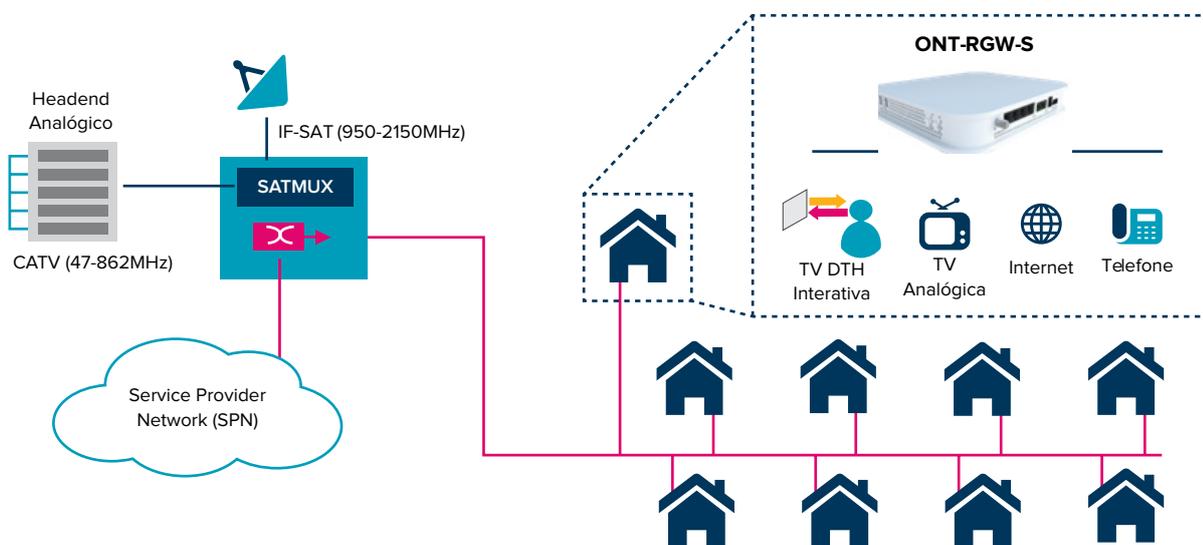


Figura 5 - Ilustração de cenário de distribuição de TV Satélite através de GPON

funcionalidades de *home gateway*, denominado por ONT-RGW-S (ver Figura 6).



Figura 6 - Equipamento terminal ONT-RGW-S

4. Prova de conceito na Oi

Face à elevada área geográfica e diversidade de relevo que o Brasil possui, a distribuição terrestre de sinal de televisão via cabo coaxial, ou mesmo através de feixes hertzianos, torna-se complexa, facto que impulsionou a distribuição de serviços de vídeo através de satélite.

Atualmente, a distribuição de novos conteúdos de TV satélite é particularmente interessante no Brasil, quer em termos de potencial de novos clientes, quer na capacidade de criação de receita, sendo importante simplificar o transporte de sinal DTH até casa do cliente.

Nesse sentido, a solução modular SATMUX da PT Inovação implementa de forma transparente o transporte de sinal DTH via fibra ótica até casa do cliente (FTTH), permitindo de forma simples e expansível disponibilizar novos serviços e conteúdos via dados sobre GPON e via DTH em *RF overlay*.

Adicionalmente, do ponto de vista de compatibilidade em cenários onde já exista o serviço de dados GPON,

a solução convergente SATMUX permite a reutilização de equipamentos e de infraestruturas existentes, adicionando a componente de DTH em *RF overlay* de forma transparente ao serviço de dados GPON existente.

De igual modo, a solução modular SATMUX pode ser pré-instalada sem a componente de dados GPON, sendo que no futuro poderá ser expandida com a componente de GPON, conservando os equipamentos e infraestruturas existentes.

A solução modular SATMUX foi instalada como prova de conceito na Oi, sendo disponibilizados conteúdos de DTH atualmente recebidos pelo satélite SES-6 [3], multiplexados na frequência com sinal CATV proveniente de *HeadEnd* analógico, ambos em *RF overlay* ao serviço de dados GPON. Desta forma, a solução SATMUX instalada permite a recepção e transmissão em simultâneo do serviço de vídeo CATV e de satélite com elevada qualidade, permitindo ainda, através de integração de cartas GPON, o fornecimento de serviços *triple-play* (vídeo, voz e dados).

5. Conclusão

A solução convergente SATMUX explora o potencial da componente de *RF overlay* atualmente existente na tecnologia GPON através da inclusão de sinais TV satélite multiplexados com o sinal analógico CATV.

Abordagem utilizada implementa de forma transparente o transporte de sinal DTH via fibra ótica até casa do cliente (FTTH), ao mesmo tempo que possibilita uma elevada capacidade de criação de receita e reduz os custos operacionais, permitindo de forma simples e expansível, disponibilizar novos serviços e conteúdos via componente de dados GPON e via DTH em *RF overlay*.

Referências

- [1] ITU-T Recommendation G.984.2, Series G: Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification, March 2003.
- [2] ITU-T Recommendation G.984.1, Series G: Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General characteristics, 2008
- [3] SES-6 Satellite Launched Successfully with Large Brazilian Anchor Customer, June 2013, web page: <http://www.ses.com/4233325/news/2013/15320856>

OTIMIZAÇÃO DE REDES DE TRANSPORTE PARA REDES MÓVEIS: O CASO DA TIMOR TELECOM



Samuel Madaíl
(PT Inovação)



Nuno Sarabando
(PT Inovação)



Joaquim Miguel Silva
(PT Inovação)



Miguel Diz
(PT Inovação)



Paulo Jesus
(PT Inovação)



Francisco Leite
(Timor Telecom)



Zeferino Borges
(Timor Telecom)

RESUMO

A disponibilização de novos serviços de alto débito ao cliente exige das redes de acesso, nomeadamente das redes móveis, uma evolução tecnológica que tem que ser acompanhada pelas respetivas redes de transporte (*backhaul* móvel). A evolução das redes de transporte de comutação de circuitos para comutação de pacotes traz novos desafios, assim como oportunidades. O operador necessita de investir na renovação e simplificação da sua rede, com vista à redução de OPEX e aumento de escalabilidade.

O caso descrito neste artigo refere-se à Timor Telecom (TT), a maior operadora de telecomunicações em Timor-Leste. A TT tem continuamente apostado num forte desenvolvimento e expansão da sua rede face às operadoras concorrentes, privilegiando a diferenciação pela qualidade de serviço e aumento do débito disponibilizado a cada utilizador.

Pretende-se aqui descrever o trabalho desenvolvido no sentido da otimização da rede existente, com vista à simplificação da rede de *backhaul*. Este trabalho teve como objetivo reaproveitar a infraestrutura existente baseada numa arquitetura de nível 2, que possibilitou a criação de uma VLAN única por tecnologia, supervisão *end-to-end*, ligações protegidas à carta e configuração e manutenção simplificadas.

PALAVRAS-CHAVE

Backhaul Móvel, Arquitetura de Rede, MPLS-TP, Simplificação, Escalabilidade, Resiliência



1. Introdução

As redes de telecomunicações de hoje evoluíram bastante desde o tempo em que apenas davam suporte a serviços de voz. Nos últimos anos tem-se verificado um aumento do tipo de serviços disponibilizados na rede, bem como um incremento crescente do volume de dados transmitidos, a um ritmo de 45% ao ano [1]. Os serviços de vídeo *online* e *High Definition TV* (HDTV) têm dominado este crescimento.

Cada vez mais os utilizadores adotam dispositivos com tecnologia de topo, capazes de executar simultaneamente uma gama variada de aplicações, tendo por base novos serviços e modos de comunicação (p.e. *peer-to-peer*), criando um novo perfil de tráfego de dados nas redes sem fios.

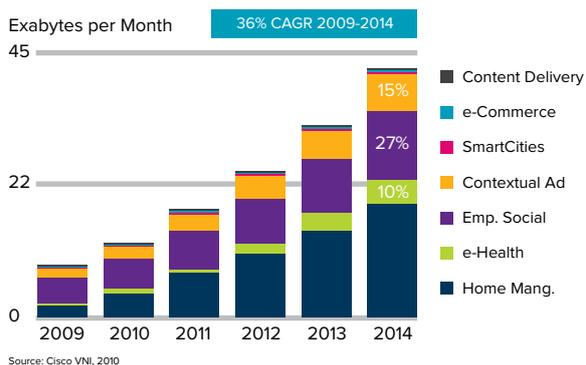


Figura 1 - Evolução do tráfego global de Internet

A oferta de maiores velocidades de acesso aos clientes está a diminuir o preço por *bit* transportado e, consequentemente, a diminuir o lucro dos operadores, vendo-se estes obrigados a, por um lado, continuamente investir na expansão de capacidade das suas redes de transporte e acesso e, por outro, optar por tecnologias de transporte e arquiteturas mais simplificadas que permitam uma melhor escalabilidade e uma redução do OPEX.

Como resultado, está a ocorrer uma evolução das redes baseadas em TDM para novas arquiteturas otimizadas para o transporte de pacotes.

As redes SDH realizam multiplexagem TDM síncrona em tramas STM-n (múltiplos de 155.52 Mbps). Os diversos canais multiplexados (VC) normalmente são chamados de tributários e os sinais de transporte gerados (STM-n) denominados de agregados ou sinais de linha.

O *Multi Protocol Label Switching – Transport Profile* (MPLS-TP) é uma tecnologia de comutação de pacotes por etiquetas projetada para ser aplicada em redes de transporte. O MPLS-TP utiliza os mesmos princípios arquiteturais por camadas que são utilizados noutras tecnologias como o SDH e o OTN, sendo considerado uma tecnologia confiável para o transporte de pacotes que é familiar e está alinhada com as redes baseadas em anéis.

Esta forma de comutação foi concebida para permitir a implantação de várias camadas de serviços sobre uma rede de núcleo. Esta flexibilidade, integrada com equipamentos de alto desempenho, torna esta tecnologia mais adaptável a vários tipos de necessidades e ambientes, sobretudo à necessidade crescente de melhor desempenho e aumento de largura de banda, solicitado pelas novas aplicações.

O objetivo do MPLS-TP é oferecer transporte orientado à ligação, para serviços baseados em pacotes sobre redes óticas, aproveitando a tecnologia MPLS, que está amplamente difundida. A chave para esta tecnologia é a definição e implementação de funcionalidades de OAM e resiliência para garantir as características necessárias a uma rede de transporte de classe operadora – operações escaláveis, alta disponibilidade, monitoria de desempenho e suporte a multi-domínios.

O MPLS-TP apresenta uma série de características que potenciam vantagens para os serviços que suporta, tais como:

- 1) Gestão** – facilidade em controlar e visualizar requisitos de desempenho, disponibilidade, segurança e escalabilidade da rede;
- 2) Desempenho** - Qualidade de serviço (QoS): estão preparadas para implementar diferentes níveis de QoS para diferentes tipos de tráfego – voz, dados e multimédia.

Alto débito no *core* da rede: disponibilização de altas velocidades no *core* da rede de telecomunicações das operadoras, possibilitando a convergência de serviços;
- 3) Flexibilidade** - O MPLS-TP é de natureza *peer-to-peer* com alta flexibilidade para (re-)configurar topologias. A adição de um novo *site* (ponto de rede) não irá interferir na configuração da restante rede, mas apenas nesse ponto da rede;
- 4) Tributários e protocolos** - O MPLS-TP permite o acesso utilizando diversos tipos de interfaces e

protocolos da *layer 2*. O acesso à camada de serviços MPLS pode ser feito via Frame-Relay, E1, SDH, xDSL, MetroEthernet, GPRS, Wifi e WIMAX;

5) Alta disponibilidade - Os *backbones* MPLS-TP caracterizam-se pela alta disponibilidade devido à facilidade em definir rotas alternativas de tráfego e do rápido re-encaminhamento do tráfego por caminhos alternativos;

6) Segurança - A comutação por *labels* isola os serviços no *backbone*.

As redes MPLS-TP implementam os serviços Ethernet normalizados pelo *Metro Ethernet Forum* (MEF) e permitem criar 3 tipos de serviço [7]:

- **E-Line** – serviço ponto-a-ponto que liga 2 portas UNIs (interfaces de rede do cliente) que comunicam entre si;
- **E-LAN** – serviço multiponto-multiponto que liga um número de UNIs (2 ou mais) permitindo completa conectividade em malha entre esses *sites*;
- **E-Tree** – serviço multiponto enraizado que liga um número de UNIs numa conectividade tipo *hub*. Cada UNI pode ser designado de *root* ou *leaf*. Os *roots* podem comunicar com todas as *leaves*, enquanto as *leaves* apenas comunicam com os *roots*.

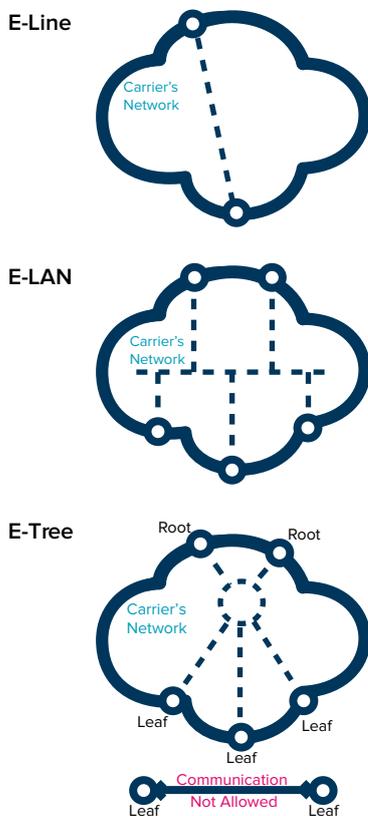


Figura 2 - Tipos de serviço Ethernet MEF: E-Line, E-LAN e E-Tree (fonte: MEF Forum)

O *backhaul* é uma parte da rede de telecomunicações responsável por fazer a ligação entre o núcleo da rede e as sub-redes periféricas. Para o exemplo de uma rede móvel 2G, o *cellsite* que representa a sub-rede local é conectado ao núcleo da rede dos fornecedores de serviço de Internet pela ligação *backhaul*. O termo *backhaul* pode ser utilizado para descrever uma rede de transporte totalmente cablada, embora também possa ser sem fios, na totalidade ou em parte, através de ligações com feixes hertzianos em canais de alta capacidade.

As redes *backhaul* têm associados requisitos em termos de alto débito e baixas latências. Por exemplo, uma rede LTE-Advanced com débitos de pico por utilizador até 300 Mbps e atrasos máximos inferiores a 20ms associados a funcionalidades intrínsecas como eCIC e CoMP [8], exige redes *backhaul* para a interface X2 de elevado débito e com exigências de *jitter* e latência reduzidos.

2. Enquadramento do caso em análise

A Timor Telecom (TT), maior empresa privada e operadora de redes móveis em Timor-Leste, tem continuamente apostado no desenvolvimento da sua rede de acesso e transporte, fruto de uma oferta comercial com débitos cada vez mais elevados e do aumento da taxa de penetração do serviço de dados (Figura 3).

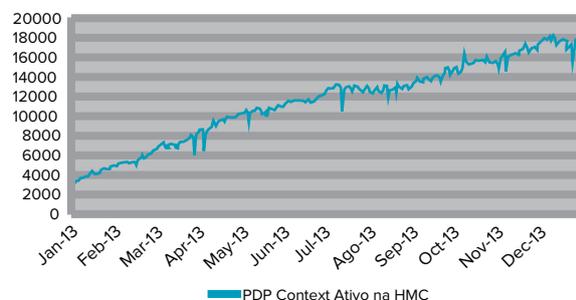


Figura 3 - Evolução do número de utilizadores PS ligados na rede

Este caso circunscreve-se à cidade de Díli, capital de Timor-Leste, onde é processado mais de metade de todo o tráfego da rede da TT. A rede de transporte em Díli era composta, até setembro de 2013, por uma rede SDH com 4 anéis lógicos, suportada em 2 anéis físicos (um para a zona Oeste-Aeroporto e outro para a zona Este-Bitterlaun). Cada anel lógico tem capacidade para um STM-4 (622.080 Mbit/s), o que, com a crescente procura de tráfego, tornou-se insuficiente.

A limitação em termos de capacidade estava essencialmente no anel do Aeroporto onde se verificou um maior aumento de tráfego nos *sites* existentes, novos *sites* e pedidos de aumento de largura de banda para circuitos

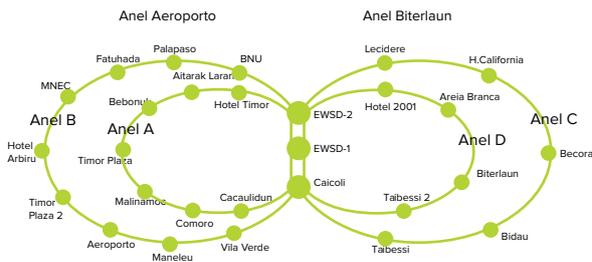


Figura 4 - Arquitetura da rede SDH da TT

de ligações da rede fixa. Na Figura 5 é apresentada a capacidade disponível nos anéis SDH, antes da implementação da rede MPLS. Nessa data, a TT encontrava-se impossibilitada de realizar o aumento de capacidade no *backhaul* da rede móvel e com dificuldade em responder a solicitações de requisição de largura de banda para ligações fixas.

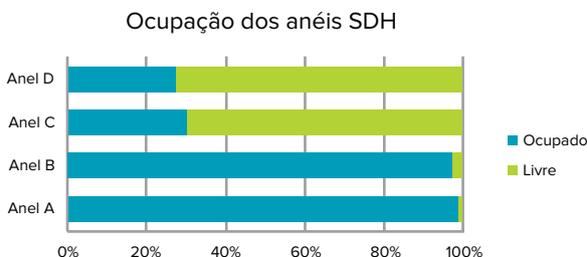


Figura 5 - Ocupação dos anéis da rede SDH (set-2013)

Para contornar as limitações em termos de capacidade da sua rede SDH, a TT optou pela implementação de uma rede MPLS em vez da atualização da rede SDH, por ser tecnologicamente mais avançada, com mecanismos de proteção mais avançados e por ter um custo por *bit* mais reduzido, posicionando-se assim melhor face às operadoras concorrentes.

Resultado do excelente trabalho prestado no fornecimento da rede SDH, a PT Inovação foi mais uma vez selecionada pela TT para o fornecimento da rede MPLS-TT.

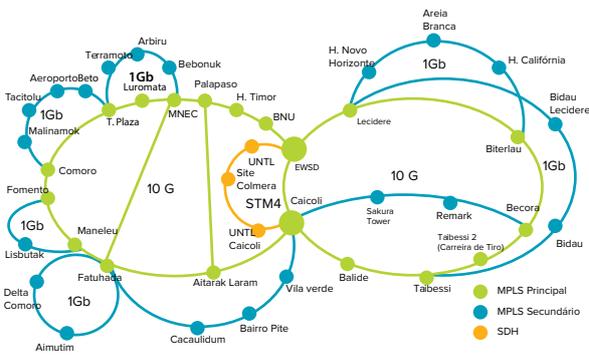


Figura 6 - Arquitetura da rede MPLS (dez-2013)

Esta solução tirou partido da infraestrutura passiva da rede SDH (fibras disponíveis nos cabos óticos) existente, necessitando apenas da instalação da componente ativa, com equipamentos da família dos PacketPad [2]. Tal como se ilustra na Figura 6, esta rede apresenta 2 anéis principais a 10 Gbps e vários anéis secundários a 1 Gbps.

3. Solução inicial

Numa primeira fase, a TT optou, por uma questão de facilidade e familiarização, seguir a mesma estratégia para transporte da rede móvel utilizada na rede SDH, que consistia na criação de circuitos dedicados entre cada *cellsite* e o BSC/RNC.

Na rede 2G, em que o *backhaul* da interface Abis era feito tipicamente com E1s, este representava uma ligação física entre o Emilo-X16 e o BSC por cada E1 existente ($n_{\text{circuitos}} \text{ por site} \times N_{\text{sites}}$). A título de exemplo, se na rede SDH de Díli existissem 40 *sites* 2G, cada um com 2 E1s, isto representava 80 ligações de E1s entre o X16 e o BSC.

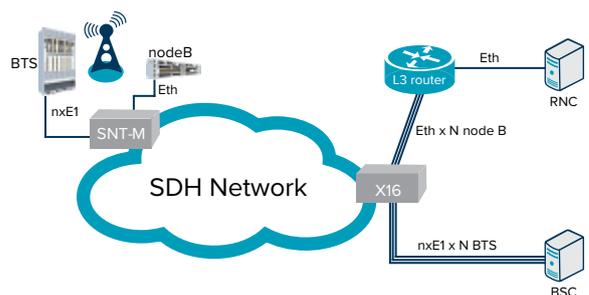


Figura 7 - Esquema de ligação para transporte da rede móvel na rede SDH

No caso da rede 3G, em que o *backhaul* da interface *lub* era feito em IP através de interface Ethernet, este representava a criação de um circuito ponto-a-ponto com uma VLAN específica por *site* que interligava a um *router* de *layer* 3, que retirava a VLAN e tratava do encaminhamento do tráfego para cada um dos *nodeB* em sentido inverso.

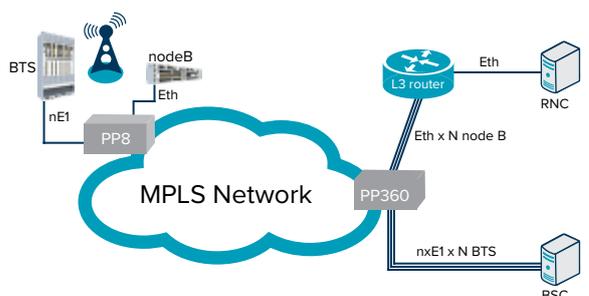


Figura 8 - Solução inicial para a migração da rede móvel para a rede MPLS

Com a migração da rede móvel para a rede MPLS e seguindo a mesma filosofia existente na rede SDH, seriam criados circuitos dedicados para cada ligação. No caso dos serviços Ethernet é criado uma E-LINE por cada *nodeB*. Do lado do RNC, tal como acontecia anteriormente, representava uma ligação física Ethernet entre o PP360 e o *router* de *layer 3* por cada *nodeB* transportado na rede MPLS.

4. Solução final

A solução proposta pela equipa Plancel, com o suporte dos elementos das equipas de transmissão e da rede móvel, tira partido de um conjunto de funcionalidades da rede MPLS e do equipamento da rede móvel da TT, fornecido pela ZTE. As principais funcionalidades utilizadas foram:

- Criação do serviço E-TREE, em substituição das ligações ponto-a-ponto, que permite ligar um ou mais *roots* (BSC e RNC) a um conjunto de *leafs* (BTS e *nodeB*), evitando a comunicação entre *leafs*;
- Utilização de dois portos UNI como *root* de forma a aumentar a resiliência da ligação ao BSC e RNC. Desta forma, a ligação entre a rede MPLS e o RNC fica protegida com duas ligações físicas; do lado RNC com duas cartas em *hot standby* e do lado da rede MPLS com protecção ao equipamento, visto que estas ligações provêm de dois PP360 distintos localizados no *site* 'EWSD' (Figura 9). Foi aplicado o mesmo esquema de ligação para o BSC na rede 2G;

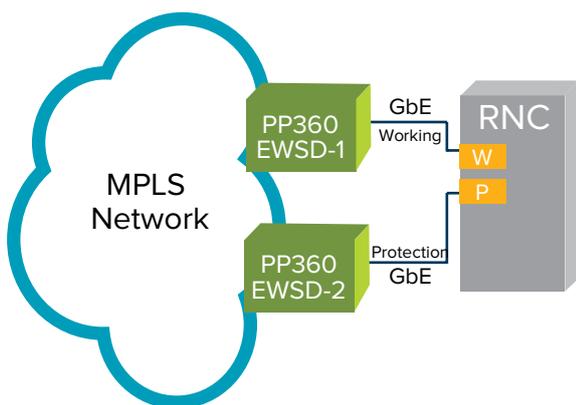


Figura 9 - Ligação entre rede MPLS e RNC

- Utilização da interface Abis sobre IP, substituindo a interface de E1 por Ethernet;
- Configurar sempre que possível o *site* como *co-site*, ou seja, usar o mesmo *chassis*/IDU a fun-

cionar como BTS e *nodeB*. Desta alteração, e sendo o *backhaul* 2G e 3G em IP, houve a necessidade de se criarem VLAN distintas para as redes 2G e 3G de forma a permitir um endereçamento IP distinto sobre a mesma interface física (Figura 10).

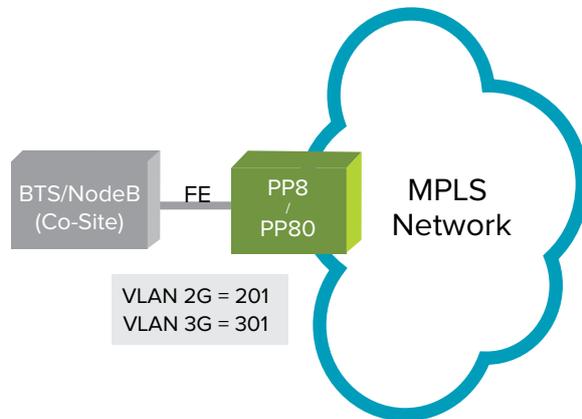


Figura 10 - Ligação entre os *co-sites* e a rede MPLS

Esta alteração também resultou numa redução do número de BBU necessárias que foram reaproveitadas para a criação de outros *sites* na rede, reforçando a sua cobertura. Esta solução apenas não foi utilizada quando o número de cartas requeridas para 2G e 3G era superior à capacidade da BBU;

- Existência de uma VLAN única por E-Tree, simplificando a configuração. Neste caso foi definida a VLAN 201 para a rede 2G e a VLAN 301 para a rede 3G.

O RNC e BSC da ZTE não são capazes de interpretar VLANs, por isso é retirada a *tag* Ethernet nas unidades *root* UNI. Em sentido inverso essa *tag* é adicionada aos pacotes com indicação da respectiva VLAN, encaminhados através do mecanismo de *MAC learning* dentro da E-Tree de forma a evitar a difusão de tráfego por todas as *leafs* (Figura 11).

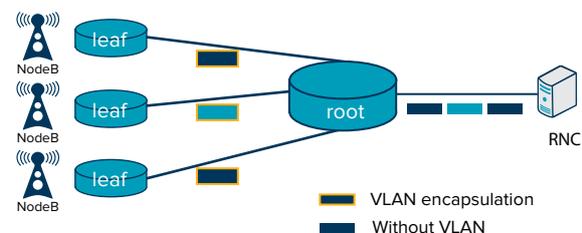


Figura 11 - Encaminhamento e inserção de VLAN no *root* (exemplo para rede 3G)

5. Vantagens

Esta nova abordagem permite à TT retirar um conjunto de vantagens do *backhaul* da rede móvel:

1) MPLS-TP é a rede de transporte *end-to-end*

- **Configuração end-to-end:** a rede MPLS-TP faz o transporte desde os *cellsites* até aos BSC e RNC, enquanto na solução inicial exigia um *router layer 3* adicional com uma configuração diferente da que era feita na rede de transporte;
- **Alarmística e supervisão end-to-end:** pelos motivos acima mencionados, esta nova solução oferece um controlo completo sobre o transporte do *backhaul* da rede móvel e permite identificar numa plataforma única onde se encontra o problema;
- **Configuração simplificada:** para inserir um novo *site* na rede de MPLS apenas é necessário criar uma nova *leaf* na E-TREE, em vez de ser necessário criar de raiz um novo circuito ponto-a-ponto e configuração associada.

2) Menor latência: Com a simplificação da arquitetura (sem necessidade de *routers layer 3*) verificou-se redução de 50% no *round-trip time*, para valores em redor de 1 ms;

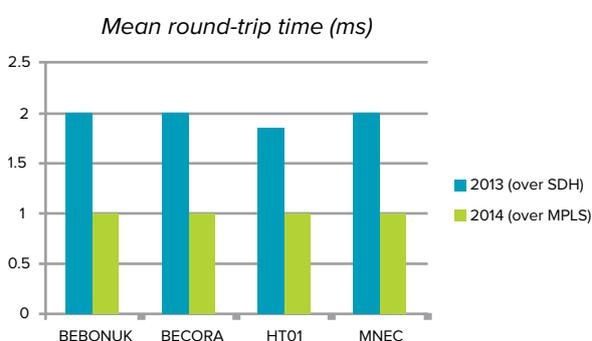


Figura 12 - Round-trip time antes e após a utilização da rede MPLS

3) Maior resiliência: as ligações ao RNC e BSC estão protegidas com duas ligações físicas distintas ligadas a diferentes cartas configuradas em modo *hot standby*. Do ponto de vista da rede MPLS-TP é feita proteção ao nível do equipamento (*dual homing*);

4) Upgrade de capacidade facilitado: com a utilização de IP sobre interfaces Ethernet na rede 2G. Para realizar o *upgrade* da interface Abis

basta configurar a largura de banda desejada, não sendo necessária a deslocação das equipas técnicas aos *sites* para acrescentar ligações físicas adicionais (como acontecia se estivessemos a falar de E1s);

5) Redução de OPEX: os motivos anteriores refletem uma simplificação lógica e física da rede de transporte da rede móvel, conferindo-lhe ainda um maior grau de resiliência e escalabilidade, com as consequentes reduções de OPEX.

6. Importância do serviço

A equipa Plancel, especialista na consultoria de redes rádio, que presta este serviço à Timor Telecom desde 2008, revelou ser um elemento importante para que, em conjunto com a TT, se pudesse encontrar uma solução otimizada para o transporte da rede móvel, tirando partido das funcionalidades da rede MPLS e das características dos equipamentos da rede móvel ZTE. Esta convergência de conhecimento, experiência da realidade local, proatividade e sentido de pertença resultaram na definição e implementação de uma solução adaptada ao caso da TT.

Desta forma, e contrariando o que se passava anteriormente, a TT consegue fazer uma supervisão do *backhaul* da rede móvel *end-to-end*, podendo mais facilmente identificar e corrigir os problemas que possam ocorrer, diminuindo os tempos de indisponibilidade e fazendo crescer os proveitos e satisfação dos seus clientes.

7. Conclusões

A Timor Telecom, com a migração do *backhaul* da rede móvel da rede SDH para a rede MPLS, acabou por beneficiar das mais-valias tecnológicas e de desempenho do MPLS-TP assim como de uma reestruturação, aumento da resiliência e simplificação do *backhaul* da rede móvel.

O trabalho conjunto com a TT permitiu criar uma solução otimizada, não só do ponto de vista da rede de transporte, mas também na rede móvel, com a utilização de interfaces Ethernet protegidas no lado do BSC/RNC e operação e manutenção facilitadas.

A solução implementada permitiu à TT ter uma rede melhor preparada para as necessidades futuras, assim como garantir um melhor posicionamento face às operadoras concorrentes.

Referências

- [1] <http://www.ispreview.co.uk/story/2010/06/10/cisco-forecasts-quadruple-jump-in-global-internet-traffic-by-2014.html>
- [2] Manual de utilizador das plataformas MPLS, OpenIdea,v1.6.2 - fevereiro 2014
- [3] http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialredetransp/pagina_4.asp
- [4] Evolução das Redes de Transporte: Packet Transport Networks e MPLS-TP, Agosto 2011, Yuri Almeida
- [5] BELLER, D.; SPERBER, R. MPLS-TP – The New Technology for Packet Transport Networks. Alcatel-Lucent. Stuttgart, Alemanha. 2010.
- [6] <http://www.ethernetacademy.net/Ethernet-Academy-Articles/mef-e-tree-service-over-mpls>
- [7] <https://wiki.metroethernetforum.com/display/CESG/Carrier+Ethernet+Services>
- [8] LTE-Advanced: An Operator Perspective, fevereiro 2012, IEEE Communications Magazine
- Manuais de utilizador da ZTE:
 - [9] SJ-20110531095035-003-ZXG10 iBSC (V6.20.71) Hardware Description
 - [10] SJ-20110704093842-004-ZXWR RNC (V3.11.10) Hardware Description
 - [11] sjzl20098920-ZXSDR B8200 GU360 (V4[1].00.20) Hardware Description

SUPOORTE DE SERVIÇOS MEF NUM AMBIENTE SDN



Carlos Ferreira
(IT/UA)



João Aparício
(IT/UA)



Susana Sargento
(IT/UA)



Nuno Farinha
(PT Inovação)



Emanuel Fonseca
(PT Inovação)



André Brízido
(PT Inovação)



Vítor Mirones
(PT Inovação)

RESUMO

Este trabalho demonstra como sistemas tradicionais de gestão centralizada e os respetivos dispositivos de rede podem ser atualizados para providenciar os mesmos serviços MPLS (*Multi-Protocol Label Switching*) e MEF (*Metro Ethernet Forum*) usando o protocolo de configuração *OpenFlow*.

Este artigo mostra como um controlador *OpenFlow* pode ser implementado e interligado com o AGORA-NG. Demonstra-se também como uma aplicação do agente *OpenFlow* pode ser especificamente projetada e implementada em equipamentos de rede proprietários.

PALAVRAS-CHAVE

SDN, *OpenFlow*, MEF, Sistema de Gestão SNMP, AGORA-NG, MPLS



1. Introdução

Simple Network Management Protocol [Protocolo de gestão de redes simples] [1] foi proposto pelo IETF e tornou-se a norma para operadores de rede nas suas operações diárias de gestão; passados 20 anos ainda é utilizado e o seu suporte em novos dispositivos de rede ainda é solicitado.

A importância do suporte legado é fundamental para os operadores de redes. Ao contrário das aplicações de *software*, que têm um curto período de vida, os dispositivos de rede necessitam de suporte a longo prazo por parte dos fornecedores de *hardware*. Estes ciclos de vida longos são um obstáculo para a introdução de tecnologias de gestão mais recentes, especialmente se essas novas tecnologias forem desenvolvidas a partir de uma ideologia nova.

Foram construídos serviços e soluções de rede com base nestes protocolos legados, tais como os Serviços Ethernet especificados pelo *Metro Ethernet Forum* (MEF) para redes de grau *Carrier Ethernet* [15]. A especificação dos serviços MEF exige que os dispositivos de rede forneçam recursos específicos, tais como Qualidade de Serviço (QoS) e *Pseudo-Wire Ethernet* (PWE3). Mais uma vez, o operador de redes exige que essas tecnologias fiquem ativas por um longo período de tempo, a fim de obter o lucro monetário necessário. Este é o caso da plataforma MPLS e da arquitetura AGORA-NG, desenvolvidas pela PT Inovação.

A arquitetura SDN é um conceito novo para a gestão centralizada de redes. Em SDN, o plano de dados é dissociado do plano de controlo e a informação de gestão é logicamente centralizada num controlador de rede. Isto proporciona uma programação, automação e controlo da rede inéditos, permitindo-lhes construir redes altamente escaláveis e flexíveis que se adaptam facilmente às necessidades em constante mudança. Para dispositivos de rede, o conceito SDN remove a informação, transferindo-a para o controlador da rede. Isso reflete-se em custos mais reduzidos em termos de fabrico e manutenção, mas não sem a necessidade de efetuar modificações no sistema de gestão centralizada. O protocolo de gestão legado SNMP já não possui as capacidades para gerir estes novos dispositivos e, por isso, foi desenvolvida uma nova norma protocolar para comunicação entre agente e controlador, denominada de *OpenFlow*. [14].

Mas agora, devido aos requisitos de suporte legado

dos operadores de rede, o conceito de SDN precisa de garantir que consegue suportar especificações, tais como as fornecidas pelo MEF e integrar-se nos sistemas de gestão centralizada já em uso.

O trabalho neste projeto foi desenvolvido com o objetivo de abordar a integração de serviços MEF desenvolvidos pela PT Inovação no SDN sob dois pontos de vista: o sistema de gestão centralizada, AGORA-NG, e o dispositivo de rede central, a plataforma MPLS-TP, para construir o sistema legado completo num ambiente de SDN.

Para demonstrar a integração, o controlador e os agentes de SDN são desenvolvidos para integrarem o sistema de gestão centralizada da rede proprietária AGORA-NG e os dispositivos de rede principais, em cenários de ativação e exclusão de serviços MEF, tais como a criação e remoção de túneis e sessões de MPLS, linhas privadas virtuais e árvores Ethernet. Os resultados obtidos a partir da implementação destes cenários mostram que a ativação e exclusão de serviços MEF são executadas de forma integrada, em menos de 10 mseg com o protocolo *OpenFlow* num ambiente SDN.

O resto do artigo é organizado da seguinte forma: a secção 2 apresenta o contexto para os controladores SDN, dispositivos ativados por *OpenFlow* e a integração da especificação do MEF em SDN; a secção 3 descreve os desafios e as soluções de mapeamento dos serviços MEF numa rede *OpenFlow*; a secção 4 providencia os detalhes da arquitetura de serviços do controlador *OpenFlow* e da integração com o sistema AGORA-NG, juntamente com a arquitetura e a integração do Agente *OpenFlow* com o PP (equipamento da PT Inovação); a secção 5 apresenta a prova de conceito, juntamente com os testes realizados. Finalmente, a secção 6 descreve a importância deste trabalho para a PT Inovação e a secção 7 apresenta as conclusões finais.

2. Contexto

Um dos primeiros controladores *OpenFlow*, desenvolvido pela Nicira Networks e posteriormente doado para a comunidade de investigação em 2008, foi o NOX [2]. O NOX também gerou um projeto de investigação, o POX [3], sendo um controlador *OpenFlow* puramente implementado em Python. Foram desenvolvidos outros controladores, tais como o Trema [4], uma implementação Ruby pela NEC; o Ryu [5], uma implementação Python pelos laboratórios NTT que suporta o *OpenFlow* até à versão 1.3 e também o Floodlight [6], uma implementação Java da Big Switch Networks. Os fornecedores de *har-*

dware também apresentaram as suas soluções *OpenFlow*. A Tabela 1 apresenta um conjunto de fornecedores de *hardware* e as suas soluções comerciais *OpenFlow*. Pode-se encontrar uma pesquisa mais exaustiva sobre o desenvolvimento do *OpenFlow* em [7].

Fornecedor	Dispositivos SDN
Cisco	<i>OpenFlow</i> : SDN futuro via API
Hewlett-Packard	3500, 5400 e 8200
Brocade	NetIron CER, CES SDN via API
VMware	Open vSwitch
Big Switch	Indigo e Switch Light
IBM	RackSwitch e Flex System
NEC	Programmable Flow 5240 e 5820
Extreme	Switch Light
Juniper	Série MX e EX
Arista	Série 7050

Tabela 1 - Dispositivos SDN por fornecedor

A aplicação de Redes *OpenFlow*, no contexto de Redes *Carrier*, recebeu atenção significativa por parte dos investigadores, devido à sua importância para os operadores de redes e para a indústria de telecomunicações em geral [8][9][10][11][12].

O protocolo *OpenFlow*, na sua atual fase de desenvolvimento, não leva em conta aspetos importantes para redes de operadores. De acordo com a especificação do MEF, uma rede *Carrier Ethernet*, só pode ser considerada como tal, se fornecer os cinco principais atributos: serviços normalizados, escalabilidade, fiabilidade, gestão de serviços e qualidade do serviço. O projeto FP7 SPARC [13] visa abordar estas falhas do *OpenFlow* e propõe uma arquitetura dividida de tipo *carrier* para SDN. O SPARC aborda a falta de suporte para QoS e PWE3, estendendo as mensagens *OpenFlow FLOW_MOD* (ação e correspondência).

Para alcançar o objetivo da implementação de serviços MEF com base em *OpenFlow*, o nosso trabalho considera a mesma abordagem do projeto SPARC para apoiar o PWE. No entanto, o SPARC não aborda as questões remanescentes de legado, porque a rede onde o conceito opera é uma rede totalmente *OpenFlow*.

Este trabalho aborda a problemática de permitir a gestão do *OpenFlow* em sistemas legados, mantendo a capacidade de implementação de serviços MEF, quer se trate do ponto de vista do sistema de gestão centralizada ou do ponto de vista do dispositivo de rede. Para demonstrar a abordagem proposta é desenvolvi-

do um serviço de controlador *OpenFlow* para o sistema de gestão AGORA-NG, com a lógica necessária para implementar serviços MEF sobre *OpenFlow*, e é implementado um agente *OpenFlow* para estender os dispositivos de rede, PP, fornecendo a capacidade de ter os serviços MEF implementados através de *OpenFlow*. A versão escolhida da especificação *OpenFlow* é 1.4 [14]. O motivo para a escolha da v1.4 deve-se ao suporte *Type-Length_Value* (TLV), aperfeiçoado para os campos correspondentes, quando comparada com a versão 1.3. O Suporte MPLS é necessário para o estabelecimento de *Label Switching Paths* (LSP), mas o suporte MPLS necessário já estava presente na versão de especificação 1.3 do *OpenFlow*.

A abordagem proposta permite não só ao sistema AGORA-NG ter a capacidade de implementar serviços MEF em dispositivos genéricos *OpenFlow*, mas também permitir a dispositivos de rede legados, PP, a ativação dos seus serviços MEF via *OpenFlow*.

3. Serviços MEF sobre OpenFlow

Esta secção apresenta cenários MEF, alvo deste trabalho, e explica a sua conversão em mensagens *OpenFlow*. Além disso, apresenta a informação necessária para associar fluxos diferentes, no mesmo cenário.

3.1. Serviços MEF

O encaminhamento de pacotes entre dois pontos na rede é uma tarefa comum, utilizada para reduzir o atraso no transporte. Um exemplo é a utilização do protocolo MPLS para transportar pacotes, usando LSP. Ao encapsular os pacotes com um *label* MPLS, os comutadores MPLS ao longo do LSP, conseguem mudar o pacote de uma porta para outra, consultando uma tabela de comutação simples para o *label* MPLS. Consideram-se os seguintes serviços MEF:

- **LSP:** este cenário implementa as configurações necessárias para estabelecer um LSP com dispositivos de rede centrais, usando o protocolo MPLS. Os resultados deste cenário são túneis MPLS em que os pacotes vão através da rede central usando um LSP.
- **Ethernet Virtual Private Line [Linha Privativa Ethernet Virtual] - (EVP-LINE):** este cenário representa uma ligação Ponto-a-Ponto entre dois locais. As LAN virtuais (VLAN), associadas aos serviços, devem ser exclusivas na interface de rede do utilizador (UNI). Todos os pacotes dessas VLAN estão encapsulados num PWE3, que deve ser um campo exclusivo, nos elementos da rede fronteira. De seguida é adicionado um cabeçalho MPLS para atravessar o túnel de serviço MPLS.

- **Ethernet Virtual Private Tree [Árvore Privativa Ethernet Virtual] – (EVP-TREE):** este cenário representa uma ligação Ponto-a-Multiponto. O ponto central é denominado *ROOT* e é onde todos os outros pontos, denominados *LEAF*, também são conectados. Semelhante ao cenário anterior, os pacotes estão encapsulados num PWE3, exclusivo por PP e independente por *LEAF*, e também é adicionado um cabeçalho MPLS, mais uma vez independente por *LEAF*. A característica única deste cenário é que todos os pacotes de *LEAF* alcançam somente a *ROOT*, mas os pacotes do local *ROOT* conseguem alcançar cada local *LEAF* individualmente, ou todos os local *LEAF*, por exemplo, no caso de pacotes “*broadcast*”, conforme indicado na Figura 1.

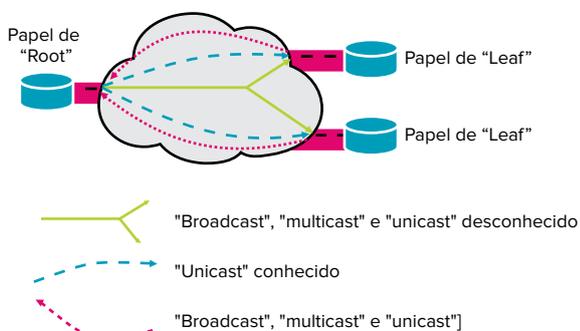


Figura 1 - Rooted-Multipoint EVC [EVC Multiponto Rooted] [15]

3.2. Mapeamento de mensagens OpenFlow

A especificação do MEF usa o PWE3 para permitir que os serviços Ethernet sejam executados em diferentes tipos de tecnologias. A versão atual do protocolo *OpenFlow* não suporta PWE3. Para resolver este problema, é criada uma estrutura de correspondência e uma estrutura de ação experimentais. Esta extensão, tal como o projeto SPARC, está inserida no Controlador SDN e no Agente *OpenFlow*.

LSP

No cenário LSP, é necessário enviar a configuração de dois fluxos para cada elemento da rede afetada. O túnel MPLS deve ser bidirecional, portanto, cada um destes fluxos representa uma direção do túnel. É permitido manter o *label* MPLS que os pacotes trazem ou alternar para um disponível.

A fim de reconhecer a complementaridade dos fluxos, é necessário utilizar o ID da porta interior, com o *label* MPLS associado, para identificar a disponibilidade de configuração. Esta identificação de cenário é importante quando não existe qualquer alteração do *label*, por-

que ambos os fluxos, com formas complementares, irão interagir nos mesmos elementos internos, no caso dos elementos de rede.

Para os cenários futuros, a configuração dos elementos da rede central, segue as mesmas etapas das explicadas no LSP.

EVP-LINE [Linha EVP]

No cenário de EVP-LINE, é necessário enviar a configuração de dois fluxos para os dois elementos da rede fronteira, conectados aos *sites* do cliente. Estes fluxos são complementares e, juntos, formam o encapsulamento de pacotes UNI, com o correspondente PWE3 e MPLS, e o desencapsulamento dos pacotes centrais que pertencem ao cenário.

Neste caso, é necessário usar o conjunto de porta UNI com a VLAN e a porta da interface rede a rede (NNI) com o *label* MPLS, para reconhecer a complementaridade dos fluxos. Além disso, é necessário usar as portas UNI e NNI com o *label* MPLS para identificar que o cenário já está ativado e, no caso da VLAN estar disponível, ser adicionado à lista de VLAN do cenário.

Para o próximo cenário, a configuração dos elementos da rede onde os *LEAF* estão conectados seguem a mesma configuração da EVP-LINE.

EVP-TREE [Árvore EVP]

No cenário EVP-TREE, é necessário um número maior de mensagens *OpenFlow* para configurar o elemento de rede onde o *ROOT* está conectado. Além das mensagens de configuração de fluxo, também é necessária uma mensagem de configuração de grupo, para suportar os pacotes de “*broadcast*”.

O número de fluxos necessários para configurar depende diretamente do número de *LEAF* diferentes do cenário, e também do número de endereços MAC associados em cada um deles, bem como do número de endereços MAC apresentados em *ROOT*.

4. Implementação

Este capítulo descreve a arquitetura interna e os recursos do Controlador SDN que integra o AGORA-NG e o Agente *OpenFlow* que integra o PP. Com ambos os módulos, o sistema de gestão e o elemento de rede são ativados por *OpenFlow*.

4.1. Serviço do Controlador OpenFlow

O Serviço de Controlador *OpenFlow* foi desenvolvido como um serviço independente, acessível através de uma API. Foram desenvolvidas duas partes, um Módulo de Cliente para o sistema de gestão central AGORA-NG e o Serviço de Controlador *OpenFlow*, ambos imple-

mentados em linguagem Java.

O Serviço de Controlador *OpenFlow* tem a responsabilidade de lidar com as sessões dos comutadores *OpenFlow* e gerir três cenários diferentes de serviço: LSP, EVP-LINE e EVP-TREE.

É dada muita importância à quantidade de contextos do comutador que o Controlador *OpenFlow* consegue manipular ao mesmo tempo. A razão por que isto é importante deve-se a, de acordo com as especificações do *OpenFlow*, um controlador dever manter uma ligação de controlo ativa com cada Comutador *OpenFlow*. Isto requer que o controlador *OpenFlow* consiga lidar com vários milhares de conexões ao mesmo tempo, um número possível de dispositivos nas redes de hoje. Isto leva-nos ao famoso problema do C10K, que já foi estudado, podendo encontrar as propostas de resolução na literatura atual [16].

A forma como o AGORA-NG interage com o serviço do controlador também é importante. A comunicação precisa de ser simples, mantendo uma interação menos rígida e uma sobrecarga de rede pequena. Por isso, decidiu-se que a especificação *MsgPack* [17] abordaria os pedidos destinados. A especificação *MsgPack* permite que as mensagens usem uma codificação binária, mantendo uma abordagem agnóstica à linguagem de implementação.

Arquitetura

A arquitetura do Controlador *OpenFlow* é composta por três subsistemas: a API de acesso, o Gestor de Serviços MEF Assíncrono e o Manipulador de Sessão TCP, cada um com uma responsabilidade específica (Figura 2).

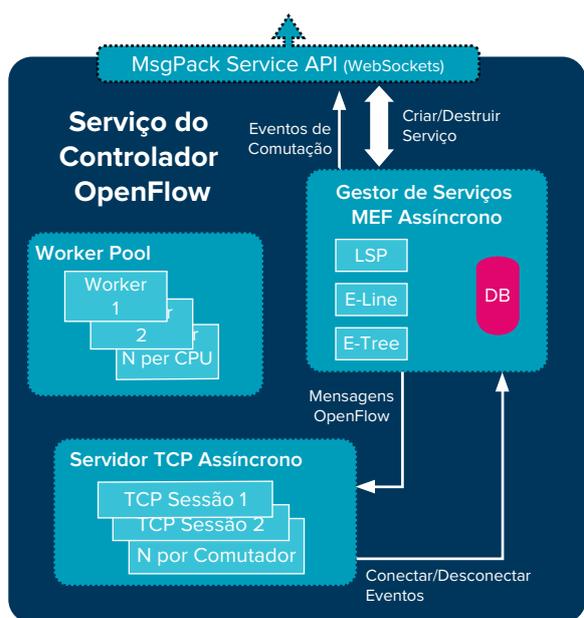


Figura 2 - Arquitetura do Controlador *OpenFlow*

Como o controlador precisa de lidar com vários milhares de sessões TCP (uma por comutador *OpenFlow*), é necessário garantir que funciona bem sob carga pesada. A implementação do subsistema API segue um modelo tradicional cliente/servidor. A API é fornecida sobre HTTP/WebSockets, através do qual lida com conexões dos clientes de gestão, tal como o sistema AGORA-NG. Os clientes de gestão podem utilizar essa API para enviar comandos para o controlador, e depois receber a resposta. A API é assíncrona, o que significa que é possível enviar vários comandos, e depois receber a resposta, para cada comando enviado.

O subsistema de gestão da sessão TCP é utilizado para manter sessões ativas com os comutadores *OpenFlow*, mantendo localmente o registo do Comutador *OpenFlow*. Este subsistema envia um evento para o subsistema Gestor de Serviços MEF Assíncrono quando deteta que perdeu a conexão com um comutador *OpenFlow* específico. Isso permite ao Serviço do Controlador manter um registo de atualização sobre o estado dos Comutadores *OpenFlow*.

O Gestor de Serviços MEF Assíncrono é responsável pela gestão dos cenários MEF, solicitados pelos clientes de gestão. Quando um comando passa pela API, descodifica o pedido e identifica todos os comutadores *OpenFlow* envolvidos na ativação do serviço. Para cada comutador *OpenFlow* envolvido são instanciados e enviados conjuntos de mensagens *OpenFlow* para o respetivo comutador. Estes conjuntos de mensagens *OpenFlow* representam as ativações necessárias do fluxo, a fim de implementar os cenários MEF.

O Gestor de Serviços também é responsável pela desativação dos cenários ativos, em caso de eventual perda de um comutador *OpenFlow* utilizado pelo cenário ativo. Quando uma sessão TCP ativa com um comutador *OpenFlow* é perdida, o Gestor de Serviços recebe a notificação do subsistema do manipulador TCP. Após a receção do evento, deteta quais os cenários que dependem do comutador perdido para manter o cenário para a função adequada. Se for determinado que o cenário pode não funcionar corretamente, remove automaticamente o cenário. A remoção de um cenário é nada mais do que a remoção dos anteriores fluxos adicionados para cada comutador *OpenFlow* que intervém no cenário MEF.

Se houver dependências de outros cenários, (ex.: E-Tree e E-Line dependem de LSP existente), a dependência é considerada e, se afetada, o gestor de serviços remove o cenário que depende do cenário perdido.

Os eventos sobre a descoberta e a perda de comutadores *OpenFlow* são sempre enviados para cada cliente de gestão conectado. Para cada cenário perdido é também enviado um evento para cada cliente de gestão conectado.

4.2. Agente OpenFlow

O Agente *OpenFlow* é mais do que um simples recetor/ tradutor de configurações, porque também é responsável pela gestão das suas tabelas: tem informação relacionada com a associação de fluxos de cenários MEF, conforme explicado na secção anterior.

Arquitetura

O equipamento de rede, o PP, subdivide-se em camadas, conforme apresentado na Figura 3. A camada superior é composta por diferentes API, onde as configurações são recebidas. Junto destas API encontra-se o Agente *OpenFlow*. Todos os elementos anteriores mantêm contacto directo com o Gestor, mais especificamente a sua interface conhecida como CAPI, através de um canal UDP. Esta entidade é responsável pela aplicação das configurações no *firmware/hardware* e, com esta abordagem, cria uma abstracção das camadas inferiores para os elementos superiores.

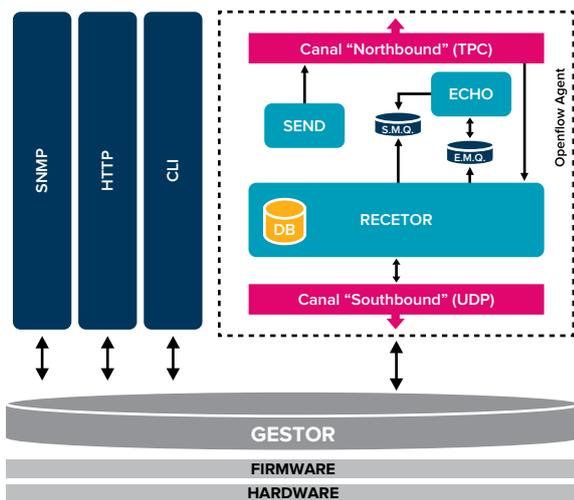


Figura 3 - Arquitetura da plataforma MPLS-TP

Centrada em aspetos internos do Agente *OpenFlow*, pode ser dividida em três partes diferentes: o canal “*northbound*”, os módulos de trabalho com duas filas de mensagens e uma base de dados, e um canal “*southbound*”.

O canal “*northbound*” é uma tomada TCP que está em ligação contínua com o Controlador SDN no arranque. Contém três módulos de trabalho:

- **SEND** - este módulo consome as mensagens presentes na “*Send Message Queue*” [fila de mensagens a enviar] (SMQ) e grava-as na tomada TCP.
- **ECHO** - este módulo cria periodicamente uma mensagem *OpenFlow* e inclui-a na SMQ. Posteriormente consome as mensagens da *Echo Mes-*

sage Queue [fila de mensagens de eco] (EMQ) e procede à correspondência do campo *XID* de ambas as mensagens, de forma a garantir a comunicação adequada entre o Agente *OpenFlow* e o Controlador SDN.

- **RECEIVER** - este módulo recebe todas as mensagens que são gravadas na tomada TCP. Primeiro cria as mensagens necessárias ao protocolo *OpenFlow* e inclui-as na SMQ. Além disso, analisa as mensagens que chegam e reage às mesmas. Se for uma mensagem que modifica uma entrada da tabela de fluxo ou uma entrada da tabela de grupo, é responsável pela execução da função presente na mensagem, mais especificamente no campo de comandos. No caso de um comando ADD, executa a respetiva tradução em mensagens CAPI e configura-as usando o canal “*southbound*”. Depois disso, guarda internamente todos os dados relevantes. A informação relacionada com a associação entre fluxos e cenários MEF é apresentada neste módulo.

O canal “*southbound*” é uma tomada UDP utilizada para enviar as configurações para o Gestor. A comunicação com o Gestor é síncrona.

5. Prova de conceito – estudo de caso

Esta secção descreve os cenários de prova de conceito e discute os resultados obtidos a partir das experiências realizadas em diferentes cenários. É importante notar que foram usados três PP para todos os cenários, um PP12 e dois PP8 do portfólio da PT Inovação. A diferença visível entre o PP12 e PP8 é o tipo e o número de portas físicas. O PP12 tem doze portas SFP, que podem ser usadas para ligar cabos Ethernet de cobre e cabos de fibra ótica.

Para EVP-LINE e EVP-TREE, o PP no meio simula a rede principal que funciona através de MPLS. O PP12 no último cenário age como o PP, onde se encontra o ROOT.

Cada PP será diretamente ligado ao controlador *OpenFlow* usando ligações de 1GbE. O controlador *OpenFlow* é executado num computador genérico que contém o processador Intel i7 Q740 sincronizado a 1.732 GHz. O computador tem 8Gb de DDR2-SDRAM sincronizado a 1.066GHz.

5.1. Cenários

LSP: Conforme apresentado na Figura 4, este cenário tem como objetivo criar um túnel MPLS com comutação de *labels* que simula o fluxo dos pacotes dentro da rede central. O controlador SDN precisa de enviar dois fluxos para cada PP, com cada fluxo a representar um sentido

da ligação bidirecional. A entrada dos pacotes e a saída dos pacotes são executadas sobre MPLS.

O esquema do fluxo é o seguinte: MPLS[1] ← PP12 → MPLS[2] ← PP8 → MPLS[3] ← PP8 → MPLS[4].

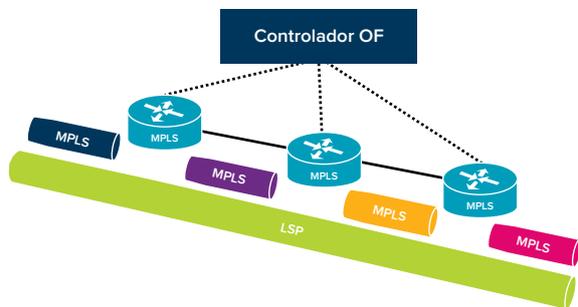


Figura 4 - Caso de uso LSP (3 PP MPLS)

EVP-LINE [LINHA EVP]: O cenário de EVP-LINE é composto por dois PP de fronteira que são o contacto com o cliente, locais do utilizador e um PP intermédio que representa a rede central. O cenário é apresentado na Figura 5. O controlador SDN precisa de enviar dois fluxos para cada PP. Nos PP de fronteira, um dos fluxos ingressa nos pacotes do L2 (ETH) para o L3 (MPLS) e o segundo executa a saída. A configuração do PP intermédio é a mesma da apresentada no LSP.

O esquema do fluxo é o seguinte: ETH ← PP12 → MPLS[1] ← PP8 → MPLS[2] ← PP8 → ETH.

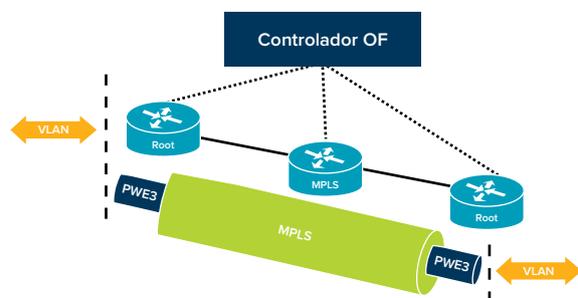


Figura 5 - Caso de uso EVP-LINE (2 PP Root e 1 PP MPLS)

EVP-TREE [ÁRVORE EVP]: O EVP-TREE é semelhante ao EVP-LINE, apresentado anteriormente (Figura 6). Devido a restrições com o equipamento utilizado, os dois túneis LEAF e MPLS são imitados dentro do mesmo PP. No entanto, os elementos anteriores são configurados em portas independentes e com labels diferentes, garantindo a unidade a este caminho. O controlador SDN precisa de enviar 6 fluxos ao ROOT PP. A configuração do LEAF PP é a mesma da apresentada em EVP-LINE, e o MPLS PP é o mesmo do apresentado no LSP mas com o mesmo label MPLS.

O esquema do fluxo é o seguinte: ETH[R] ← PP12 →

MPLS[1] ← PP8 → MPLS[1] ← PP8 → ETH[A]; ETH[R] ← PP12 → MPLS[2] ← PP8 → MPLS[2] ← PP8 → ETH[B].

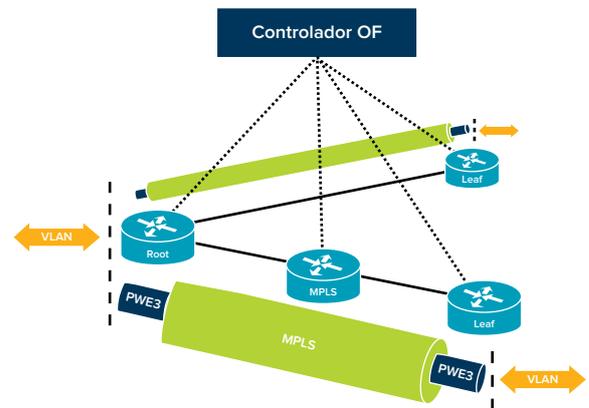


Figura 6 - Caso de uso EVP-TREE (1 PP Root, 2 PP Leaf e 1 PP MPLS)

5.2. Avaliação

Considerando os atrasos obtidos na implementação ou remoção de um cenário LSP no Controlador do Serviço *OpenFlow* e nos dispositivos PP, verifica-se um melhor desempenho do PP8 do que do PP12 devido às suas características internas, sendo essa diferença de cerca de 0,1 ms. Conforme mencionado antes, o LSP requer a configuração de 2 fluxos em cada PP. Uma vez que é necessário mudar os *labels*, ambos os fluxos têm configuração idêntica e cada um destes fluxos demora aproximadamente 1,18 ms no PP12 e 1,08 ms no PP8.

No caso do cenário EVP-LINE, o tempo total para configurar o EVP-LINE num PP de fronteira é de aproximadamente 4,26 ms.

Para o último cenário, o EVP-TREE, o tempo total para a configuração correta do PP ROOT é de aproximadamente 6,76 ms. No cenário de exclusão, os fluxos são feitos pela mesma ordem da configuração, além dos dois últimos. Demora 7,08 ms para excluir o cenário e para a libertação de todos os elementos CAPI. As PP LEAF, neste cenário, seguem a mesma configuração apresentada no EVP-LINE.

O atraso em relação ao Controlador *OpenFlow* contém a receção da ordem proveniente do sistema AGORA-NG a validar a implementação do cenário e os pré-requisitos e, de seguida, a transformação da ordem em mensagens de controlo *OpenFlow* e o envio para os dispositivos PP. Ao comparar os atrasos de criação e exclusão, verifica-se que os atrasos de exclusão são inferiores aos de criação. Isso acontece porque, quando uma ordem de exclusão é emitida, o controlador procura, na base de dados do cenário, as mesmas mensagens *OpenFlow* utilizadas para a criação, e reutiliza as mesmas como mensagens de exclusão.

A partir destes resultados podemos concluir que todos os serviços MEF podem ser alcançados na ordem dos milésimos de segundo através do protocolo *OpenFlow*.

6. Importância para a PT Inovação

Nas últimas duas décadas a PT Inovação desenvolveu a sua arquitetura de gestão de *software*. Atualmente, todos os equipamentos de rede PT Inovação partilham a mesma arquitetura básica, em que os principais processos são separados da camada de mediação (agentes).

O AGORA-NG oferece uma solução sólida de campo, para a gestão de todos os equipamentos acima mencionados, resultante da experiência acumulada de vários anos. Muitos dos novos paradigmas de gestão foram criados nos últimos anos. Em cada caso tivemos que decidir entre aguardar (nem todos os paradigmas atingiram a maturidade) ou definir uma estratégia de mudança: evolução ou revolução.

O SDN está aqui para ficar. O objetivo deste projeto era avaliar o impacto deste novo paradigma nas arquiteturas e nos processos existentes. Devido ao sucesso do projeto decidiu-se que a abordagem evolutiva era possível, com todas as vantagens relacionadas, referentes a tempo de colocação no mercado, reutilização de módulos já existentes, planeamento do desenvolvimento

(introduzindo gradualmente os novos componentes) e implantação (permitindo a coexistência entre dispositivos SDN/*OpenFlow* e dispositivos legados).

7. Conclusões e trabalhos futuros

O controlador de rede definido por *software* e o agente *OpenFlow* encontram-se entre os primeiros projetos para o suporte SDN na PT Inovação. O objetivo principal deste projeto é a integração do protocolo *OpenFlow* na plataforma de gestão AGORA-NG e no dispositivo de rede PP. Com os resultados obtidos, agora é possível concluir que a integração foi alcançada com sucesso. Todos os cenários MEF propostos foram implementados e foram obtidas métricas temporais, que sustentam o facto de que a ativação dos serviços MEF (LSP, EVP-LINE e EVP-TREE) através do protocolo *OpenFlow* é possível e também pode ser alcançada na ordem dos milésimos de segundo.

Tanto o AGORA-NG como o PP, revelaram ser um sistema de gestão e um dispositivo de *hardware* que podem ser modificados para implementar um Controlador e Comutador, em conformidade total com as especificações de *OpenFlow* e fornecer, através do controlo central, a ativação de serviços MEF sobre *OpenFlow*. Este é um passo muito significativo para a evolução dos serviços *OpenFlow* em equipamentos e arquiteturas tradicionais.

Referências

- [1] Internet Engineering Task Force (IETF), "Simple Network Management Protocol", RFC 1157, 1990.
- [2] NOX, <http://www.noxrepo.org/nox/about-nox/>, consultado a 31 de julho de 2014.
- [3] POX, <http://www.noxrepo.org/pox/about-pox/>, consultado a 31 de julho de 2014.
- [4] Trema, Full-Stack OpenFlow Framework in Ruby and C, <http://trema.github.io/trema/>, consultado a 31 de julho de 2014.
- [5] RYU, Component-Based Software Defined Networking Framework, <http://osrg.github.io/ryu/>, consultado a 31 de julho de 2014.
- [6] Floodlight, Project Floodlight, <http://www.projectfloodlight.org/floodlight/>, consultado a 31 de julho de 2014.
- [7] D. Kreutz, F. Ramos, P. Verissimo, C. Rothenberg, S. Azodolmolky e S. Uhlig, "Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey", enviado a 2 de junho de 2014, arXiv:1406.0440 [cs.NI].
- [8] J. Mueller, Y. Chen, B. Reichel, V. Vlad e T. Magedanz, "Design and implementation of a Carrier Grade Software Defined Telecommunication Switch and Controller", Network Operations and Management Symposium (NOMS), 2014 IEEE, pp.1,7, 5-9 maio de 2014.
- [9] A. Devlic, J. Wolfgang, e P. Sköldström. "Carrier-grade Network Management Extensions to the SDN Framework." 8th Swedish National Computer Networking Workshop [8.º Workshop nacional sueco sobre redes de computadores] SNCNW 2012 Estocolmo. 2012.
- [10] A. Sgambelluri, A. Giorgetti, F. Cugini, F. Paolucci e P. Castoldi, "OpenFlow-based segment protection in Ethernet networks". Optical Communications and Networking, IEEE/OSA Journal of, 5(9), 1066-1075, 2013.

- [11] D. Staessens, S. Sharma, D. Colle, M. Pickavet e P. Demeester, “Software defined networking: Meeting carrier grade requirements”. In Local & Metropolitan Area Networks (LANMAN), 2011 18.º Workshop IEEE (pp. 1-6), IEEE, outubro de 2011.
- [12] R. Sánchez, J. Hernández e D. Larrabeiti, “Troubleshooting PON networks effectively with carrier-grade ethernet and WDM-PON”. IEEE Communications Magazine 52.2: 7-13, 2014.
- [13] SPARC, <http://www.fp7-sparc.eu/>, consultado a 31 de julho de 2014.
- [14] VERSÃO DA ESPECIFICAÇÃO, OpenFlow Switch. 1.4. 0. 2013. <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/onf-specifications/openflow/openflow-spec-v1.4.0.pdf>, consultado a 31 de julho de 2014.
- [15] MEF, Technical Specification MEF 10.3, Figura 3, pp 17, outubro de 2013. https://www.metroethernetforum.org/Assets/Technical_Specifications/PDF/MEF_10.3.pdf, consultado a 31 de julho de 2014.
- [16] The C10K problem [O problema C10K], <http://www.kegel.com/c10k.html>. Recuperado a 31 de julho de 2014
- [17] Especificação MessagePack, <https://github.com/msgpack/msgpack/blob/master/spec.md>. Recuperado a 31 de julho de 2014.

5G: ACESSO UBÍQUO DE ALTA VELOCIDADE



Álvaro Gomes
(PT Inovação)



Jorge Carapinha
(PT Inovação)



Carlos Parada
(PT Inovação)



Paulo Jesus
(PT Inovação)



António Morgado
(IT)

RESUMO

O crescimento massivo de tráfego que as redes de comunicações terão que suportar em 2020 pode atingir valores 1000 vezes superiores aos atuais. Os débitos e a qualidade de experiência disponibilizados pela rede móvel, quando comparados com os fornecidos pela rede fixa, são cada vez menos satisfatórios. Neste artigo são apresentadas as tecnologias candidatas ao novo sistema móvel 5G, o trabalho em curso nos diferentes fora, assim como alguns dos projetos de investigação em curso na PT Inovação.

PALAVRAS-CHAVE

5G, LSA, *Cloud*, *Small Cell*, MIMO, Acesso Rádio, Virtualização, Cloudificação, SDN, NFV, Espectro, D2D, M2M, Eficiência, Gestão, CRAN



1. Introdução

Atualmente as redes móveis deparam-se com um novo conjunto de desafios. O crescimento massivo de tráfego, e particularmente de acesso à Internet, que as redes de comunicações terão que suportar em 2020, pois pode atingir valores 1000 vezes superiores aos atuais. Os débitos e a qualidade de experiência disponibilizados pela rede móvel, quando comparados com os fornecidos pela rede fixa, são cada vez menos satisfatórios. A implementação da Internet das Coisas (IoT), das soluções M2M ou de outros serviços e soluções inovadoras exige não só mais capacidade na rede, mas também a adoção de novas tecnologias (secção 2) que permitam uma gestão mais dinâmica e eficiente da infraestrutura (ex. virtualização), o que abre também portas a novos modelos de negócio. A infraestrutura e, particularmente, as tecnologias a ela associadas, bem como a gestão do espectro radioelétrico, terão que evoluir no sentido de responder a estas novas necessidades.

Para responder a este desafio tecnológico estão em curso várias iniciativas de organismos de normalização, fabricantes e operadores (secção 3). Há que repensar a infraestrutura e criar a próxima geração de redes que forneçam acesso ubíquo de alta velocidade, a qualquer tipo de serviço, de um modo que seja também energeticamente eficiente. O desenho do 5G terá também que ter em consideração, para além dos requisitos técnicos, o atual constrangimento económico que a maior parte dos operadores enfrentam. Nesse sentido, o sistema 5G deverá apresentar baixo custo, quer de investimento, quer operacional, e ser perfeitamente integrável com os sistemas existentes de modo a otimizar o investimento feito nas gerações anteriores.

Neste artigo pretendemos identificar e descrever, de um modo claro e sucinto, o estado da arte da tecnologia, as principais iniciativas e projetos de investigação em curso, tendo em vista o 5G, com especial foco nos mais recentes projetos de investigação em que a PT Inovação está envolvida (secção 4).

2. Tecnologias para o 5G

2.1. MIMO

A tecnologia MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) usa várias antenas emisoras e recetoras para tirar partido da propagação multipercurso que existe naturalmente nas

comunicações rádio, para aumentar a eficiência espectral do sistema.

O MIMO é uma das técnicas fundamentais do LTE introduzida nas *releases* 8 e 9, ainda que sem considerar a utilização de várias antenas no UE (*User Equipment*). Esta característica foi introduzida na *release* 10, assim como novas soluções MIMO, como o *closed loop spatial multiplexing*.

Para o 5G prevê-se a utilização de soluções *massive* MIMO caracterizadas por grande número de antenas recetoras e transmissoras (dezenas ou até centenas), que podem estar colocalizadas ou distribuídas - DAS (*Distributed Antenna System*). Esta última solução é implementada através da ligação de várias RRU (*Remote Radio Unit*) à estação base através de ligações de alta velocidade e baixa latência, permitindo atingir uma eficiência espectral maior do que as soluções tradicionais, assim como melhorias significativas na cobertura da rede.

Usando MU-MIMO (*Multi-user MIMO*) em sistemas com *massive* MIMO é possível simplificar o desenho da camada MAC (*Medium Access Control*) e evitar algoritmos demasiado elaborados de escalonamento. Com o MU-MIMO a BS (*Base Station*) pode enviar sinais separados para diferentes utilizadores usando os mesmos recursos tempo-frequência, o que faz do *massive* MIMO um bom candidato para o 5G.

2.2. D2D

As comunicações D2D (*Device to Device*, terminal a terminal) ou comunicação direta entre terminais móveis, com ou sem intervenção da rede, são desde há alguns anos alvo de investigação, sendo bem conhecidos os benefícios que podem proporcionar: melhor cobertura, *offload* do *backhaul*, solução de *fallback*, maior eficiência espectral e melhor qualidade de serviço. O 3GPP pretende estudar a viabilidade desta solução nas *releases* 12 e 13 sob a designação de “serviços de proximidade” (ProSec) [1]. No 3GPP, foram definidos dois tipos de cenários de comunicação: 1) comunicação direta entre os terminais móveis (UEs) sem envolvimento da rede no plano de dados e 2) um dos terminais faz o encaminhamento dos dados de outro, ou outros, terminais, de e para a rede de acesso, sem intervenção da rede.

2.3. Small cells

A solução natural, em termos de planeamento celular,

para o crescimento explosivo do tráfego e o limitado espectro disponível, é o aumento da reutilização das portadoras disponíveis através da diminuição da área das células. Assim, é expectável que, quaisquer que sejam as soluções tecnológicas adotadas para o 5G, a proliferação de células com cada vez menores dimensões, ou seja a densificação da rede, seja o caminho a seguir. No entanto, os custos de investimento e operação (CAPEX e OPEX) associados à implementação nos moldes tradicionais de uma rede deste tipo não são exequíveis, pelo que novos modelos de negócio em que o utilizador seja também um fornecedor de infraestrutura, terão que ser considerados. Neste contexto, para implementação de UDNs (*Ultra Dense Networks*) é necessário uma grande autonomia e coordenação entre os diferentes nós da rede de modo a otimizar o seu funcionamento. Este tipo de redes não pode ser implementado usando as ferramentas, planeamento e gestão tradicionais, por serem pouco dinâmicas e automatizadas. O desenvolvimento de mecanismos cognitivos na gestão dos recursos rádio é fundamental, já que o desempenho do sistema depende de:

- Conhecimento do contexto rádio para gestão, mobilidade, reserva e atribuição de recursos;
- Colaboração inter-RAT (*Radio Access Technology*) e inter-operador;
- Interação da camada UDN com a camada macro.

O uso extensivo de *small cells* diminui drasticamente a potência radiada pelas estações base e terminais com impacto positivo no consumo energético e na **autonomia do terminal**. O maior inconveniente da utilização de *small cells* é o aumento da sinalização relativa à mobilidade.

2.4. Espectro para o 5G

Um dos desafios que o novo sistema 5G enfrenta é, por um lado, o **limitado espectro** disponível abaixo dos 6 GHz e, por outro lado, o seu fracionamento. Se o problema do fracionamento pode ser resolvido, pelo menos em parte, recorrendo à agregação de portadoras, a utilização de frequências mais altas, particularmente nas bandas entre os 20 e os 90 GHz (ondas milimétricas), também pode ser uma alternativa muito interessante pelas grandes larguras de banda disponíveis. No entanto, devido aos condicionalismos de propagação impostos pela transmissão a frequências tão elevadas num ambiente móvel, qualquer solução teria que considerar em simultâneo a disponibilidade e alocação dinâmica, na mesma interface rádio, de recursos rádio de frequência mais baixa de modo a garantir os padrões de cobertura e QoS usuais.

A **gestão do espectro** rádio é tradicionalmente baseada em dois modelos básicos de utilização: licenciado e não licenciado. A utilização licenciada permite, de um

modo simples, garantir a qualidade expectável em cada portadora. Esta abordagem facilita o processo de planeamento e a posterior estabilidade da QoS fornecida pela rede rádio. No entanto, esta atribuição estática do espectro não é a mais eficiente: quando um operador (licenciado) não está a usar o seu espectro, ninguém mais o pode fazer. Para ultrapassar esta ineficiência têm sido investigadas várias soluções técnicas de partilha dinâmica. Numa dessas soluções, os operadores incumbentes permitem a partilha do seu espectro segundo um conjunto de regras que garantem a não deterioração da qualidade da sua rede. A nível europeu, este conceito é conhecido por LSA – *Licensed Shared Access*.

2.5. Agregação de portadoras

A agregação de portadoras é um mecanismo que permite o aumento do débito máximo alcançável que vem ultrapassar a impossibilidade de encontrar, no espectro disponível, grandes larguras de banda contínuas, isto pelo menos nas bandas mais propícias para o serviço móvel. A utilização de várias portadoras, particularmente no caso de pertencerem a bandas distintas (agregação inter-bandas), permite também uma maior diversidade de frequências disponíveis, e por conseguinte, uma utilização mais otimizada dos recursos, através de mecanismos de escalonamento que atribuem em cada momento a frequência mais adequada às condições específicas do canal rádio. A agregação de portadoras foi já endereçada nas *releases* 10 (intra-banda) e 11 (inter-banda) do 3GPP. No entanto existem aspetos técnicos de resolução não trivial, como por exemplo a sua implementação no terminal, que urge resolver.

2.6. CRAN

Com a arquitetura CRAN (*Cloud Radio Access Network*) as estações base são substituídas por *clusters* de antenas (RRU, *Remote Radio Units*) ligadas por fibra a uma unidade central responsável pelo processamento (BBU, *Baseband Unit*). Esta arquitetura apresenta vários benefícios relativamente à arquitetura atual:

- Torna mais eficaz a implementação de soluções de CoMP (*Coordinated Multipoint Transmission*) que requerem que informação de várias fontes esteja disponível num único local para processamento;
- Os equipamentos remotos são de menores dimensões e com menor consumo, mais fáceis de implementar e manter. A capacidade da unidade processamento pode ser partilhada e os recursos rádio atribuídos de um modo mais otimizado devido à flexibilidade do sistema;
- Virtualização do *software* da rede;
- Implementação simplificada de soluções de

SDN (*Software Defined Networking*) e *Cloud Computing*;

- Implementação de novos modelos de partilha da rede e de recursos;
- Redução do OPEX e CAPEX na atualização da rede.

2.7. NFV

Nos últimos tempos, os termos *Network Functions Virtualisation* (NFV) e *Software Defined Networking* (SDN) têm ganho um protagonismo crescente no seio da indústria. Embora os dois conceitos sejam independentes e tenham uma génese muito diferente, a verdade é que têm uma relação de complementaridade que permite retirar importantes benefícios mútuos de uma utilização combinada. Em conjunto, estas duas tendências de evolução têm potencial para representar uma mudança radical na forma de construir, manter e controlar redes de telecomunicações.

De uma forma geral, o termo *Network Functions Virtualisation* (NFV) pode ser tomado de forma abrangente como o conjunto de tecnologias que suportam a virtualização de funções de rede, de forma que funções tradicionalmente dependentes de plataformas de *hardware* específicas e proprietárias possam migrar para uma infraestrutura *cloud* e ter o seu ciclo de vida a ser gerido e controlado numa lógica semelhante – nomeadamente, *self-service* e rápida elasticidade.

2.8. SDN

A ideia básica do SDN, de onde derivam as suas vantagens, mas também os seus desafios, é a separação entre os planos de transporte e de controlo. Embora historicamente essa separação tenha existido noutras tecnologias de rede, nomeadamente em tecnologias legadas nas redes dos operadores (por exemplo, SS#7), a verdade é que com a adoção do IP como *língua franca* das redes dos operadores, os dois planos passaram a estar indissociavelmente ligados.

Esta separação permite centralizar as funções do plano de controlo numa entidade única (controlador SDN), capaz de proporcionar uma visão centralizada dos recursos e tornar a rede muito mais dinâmica e reativa do que seria possível com um plano de controlo distribuído.

Por outro lado, o controlador SDN oferece uma camada de abstração que permite ocultar as características específicas da infraestrutura e torna a rede programável através de API *standard*, de forma independente da tecnologia.

3. Iniciativas 5G

O que diferencia a tecnologia 5G das suas antecessoras? Quais os requisitos? Que tecnologias incorpora?

Ninguém pode responder com certeza a estas questões uma vez que o conceito 5G não está ainda formalmente definido. No entanto, desde finais de 2013 têm-se multiplicado as iniciativas dos decisores políticos, dos reguladores, dos organismos de normalização, dos operadores de telecomunicações, e dos fabricantes de equipamento, que focam este tema.

3.1. Decisores políticos

Comissão Europeia (CE)

A estratégia Europa 2020 [2], definida em 2010 para a década seguinte, com o objetivo de fomentar o crescimento e o emprego, contém duas iniciativas emblemáticas: a Agenda Digital [3][4] e a União da Inovação [5], que ilustram o investimento da CE nas tecnologias digitais e na investigação e inovação, como sendo áreas capazes de fomentar o crescimento económico, criar empregos e assegurar a competitividade da Europa.

No âmbito da iniciativa União da Inovação, foi criado o programa Horizonte 2020, que regula a atribuição do financiamento disponível para atividades de investigação durante o período 2014-2020 [6]. Um dos mecanismos de financiamento selecionado é o das parcerias contratuais público-privadas. Estas parcerias pretendem servir de catalisador à aposta da indústria europeia na inovação, vista como a melhor forma de aumentar a competitividade, de acrescentar valor e criar emprego qualificado na Europa [6]. Em dezembro de 2013 foram lançadas oito destas parcerias, em áreas estratégicas para a indústria, entre as quais as redes avançadas de 5ª geração para a Internet do futuro (5G-PPP)[7].

Posteriormente, em junho 2014, a CE e o governo Sul Coreano assinaram uma parceria estratégica para o 5G, tendo em vista a definição conjunta do conceito 5G, bem como a contribuição concertada para a normalização do 5G. Prevê-se que o conceito 5G esteja definido até final de 2015, e sejam lançados em 2016-2017 programas IDI financiados em conjunto pela CE e pelo governo da Coreia do Sul [8]. Esta parceria foi complementada pelo acordo de cooperação entre o 5G *Infrastructure Association* (Europa) e o 5G *Forum* (Coreia do Sul).

5G PPP

Em conjunto com a Comissão Europeia, o consórcio 5G PPP (*5G Infrastructure Public-Private Partnership*) compromete-se a apostar na investigação e no desenvolvimento da infraestrutura 5G. Este consórcio, do qual a Portugal Telecom, por intermédio da PT Inovação, faz parte como membro de pleno direito, é constituído por uma vasta gama de *players* do mercado das telecomunicações, que vai desde a indústria dos conteúdos até aos fabricantes de equipamento e às tecnologias de in-

formação. Na perspetiva do 5G PPP, a infraestrutura 5G terá como principais características [7]:

- Capacidade 1000 vezes superior à atual, capaz de servir 7 mil milhões de pessoas e conectar 7 mil milhões de “coisas”;
- Redução em 90% da energia consumida por cada serviço fornecido;
- Redução do tempo de criação de um serviço de 90 horas para 90 minutos;
- Fornecer acesso à Internet do futuro com elevados níveis de segurança, fiabilidade, robustez e com a perceção de que nunca há serviços indisponíveis;
- Nível de privacidade controlado pelo utilizador.

Estas características estão em linha, e em certa medida ultrapassam, as metas definidas pela Agenda Digital instituída pela Comissão Europeia [3][4], no que diz respeito, por exemplo, à taxa de transmissão, redução do consumo energético e utilização eficiente do espectro radioelétrico.

5G Forum

O *5G Forum* é uma parceria público-privada coreana estabelecida em maio de 2013, com o objetivo de tornar a Coreia do Sul líder em tecnologia, serviços e indústria 5G [9].

O *5G Forum* interage com as instituições de investigação coreanas através da *5G Research Initiative*. Os resultados dessa interação são posteriormente submetidos aos organismos de normalização coreanos (TTA) e internacionais (3GPP, ITU-R).

No que diz respeito à rede de acesso rádio, o *5G Forum* defende que esta tem que suportar [9]:

- Eficiência espectral de 10 bps/Hz/célula (DL – *Downlink*) e 5 bps/Hz/célula (UL – *Uplink*);
- Taxa de transmissão teórica máxima de 50 Gbps (DL) e 25 Gbps (UL);
- Taxa de transmissão de pelo menos 1 Gbps (DL) e 0.5 Gbps (UL), em qualquer parte da célula, para, pelo menos, 95% dos utilizadores;
- Latência de 50 ms (plano de controlo), e 1 ms (plano de transporte);
- Mobilidade dos terminais móveis superior a 350 km/h;
- Tempo de interrupção por *handover* inferior a 10 ms.

Para que a rede de acesso rádio consiga atingir este desempenho, o *5G Forum* propõe a utilização, entre outras, das seguintes tecnologias: ondas milimétricas, agregação de portadoras, *massive MIMO*, *network co-*

ding, modulações de ordem mais elevada, novos métodos de acesso ao meio com partilha não-ortogonal dos recursos rádio (NOMA), D2D,...[9]

3.2. Regulação & especificação técnica

ITU-R

A regulação dos aspetos rádio do setor das telecomunicações é assegurada, a nível global, pela ITU-R. Neste organismo, as várias gerações de redes de comunicações móveis, são, desde o ano 2000, harmonizadas a nível mundial, assumindo o nome genérico *International Mobile Telecommunications* (IMT). Assim, atualmente existem as seguintes gerações de tecnologia IMT [10]:

- **3G:** *IMT for the year 2000* (IMT-2000);
- **4G:** *IMT Advanced*;
- **5G:** *IMT for the year 2020 and beyond* (IMT-2020).

O processo de harmonização da tecnologia IMT-2000 terminou em 2000, enquanto a harmonização relacionada com o IMT-Advanced foi concluída em 2012.

O grupo de trabalho responsável pela definição dos requisitos das tecnologias 5G (WP5D) já iniciou as suas atividades, mas a sua visão relativamente ao 5G só é expectável em 2015. Até lá são esperados novos estudos acerca da quantidade de espectro adicional necessário, das bandas mais adequadas, de métodos mais eficientes de utilização e partilha de espectro, etc. [10].

3GPP

Depois da finalização da primeira versão da norma LTE (3GPP *release* 8) em março de 2009, tem-se assistido à adoção desta tecnologia, comercialmente conhecida como 4G (4ª geração). No entanto, a tecnologia LTE não atinge os requisitos de desempenho fixados pelo ITU para os sistemas de comunicações móveis 4G, que no que respeita a taxa de transmissão é de 1 Gbps. Tal facto motivou o aperfeiçoamento da tecnologia LTE, que culminou em setembro de 2011 num novo sistema denominado LTE-Advanced (3GPP *release* 10) que, do ponto de vista tecnológico pode, agora sim, ser considerado de 4ª geração.

Estando neste momento a começar a implantação do sistema 4G (LTE-Advanced) importa mencionar que as seguintes funcionalidades, apontadas como desejáveis em sistemas 5G, já estarão incluídas nas *releases* 12 e 13 do 3GPP [11]:

- *Small cells*;
- M2M (*machine-to-machine*);
- D2D (*device-to-device*);
- Comunicações em grupo (*multicast*);

- Retransmissores;
- Serviço *push-to-talk*;
- *Offload* de tráfego para a rede Wi-Fi;
- Uso de bandas não licenciadas.

É previsível que a evolução da norma 3GPP siga a evolução descrita pela atual tendência 5G, com aposta na ubiquidade, no aumento de capacidade da rede e na redução de custos.

Relativamente ao tema da ubiquidade, esperam-se evoluções no âmbito das comunicações M2M [11].

Para aumento de capacidade da rede em áreas densamente urbanizadas está atualmente em estudo a utilização de larguras de banda até 1 GHz na banda das ondas milimétricas. Os resultados preliminares desse estudo indicam que será necessário definir uma nova tecnologia de acesso rádio adequada a esta banda. A eventual normalização desta nova tecnologia não deverá ocorrer antes de 2015-2016 [11].

No que diz respeito à redução de custos, a aposta será na introdução da virtualização das funções de rede, uma vez que esta funcionalidade possibilitará aumentar o nível de automatização da rede, diminuir o tempo de criação de serviços e facilitar a otimização e monitorização do desempenho da rede [11].

ETSI NFV ISG

Formalmente estabelecido no final de 2012, com um horizonte temporal de 2 anos, o ETSI NFV ISG (*Industry Specification Group*) [15] tem como missão desenvolver um conjunto de especificações que sirvam de base à evolução da tecnologia NFV. Em outubro de 2013, foi publicado o primeiro conjunto de especificações, incluindo um esboço inicial da arquitetura, casos de uso, requisitos e terminologia.

Até ao fim de 2014, quando termina o atual mandato de 2 anos, o NFV ISG pretende publicar um conjunto de especificações cobrindo diversas áreas, incluindo gestão e orquestração, infraestrutura (nas vertentes de computação e rede), arquitetura das funções de rede, segurança, desempenho e portabilidade. Está em preparação a iniciativa que a partir de 2015 sucederá ao ETSI NFV ISG, também sob os auspícios do ETSI.

ONF

Open Networking Foundation (ONF) [16] é o nome do organismo formalmente responsável por produzir *standards* na área do SDN. O âmbito de atuação do ONF é relativamente vasto, incluindo tópicos tão diversos quanto transporte ótico, redes *wireless*, migração ou interoperabilidade. A especificação do protocolo *Open-flow*, nas suas diversas versões, destaca-se como um dos resultados mais relevantes, por ter constituído um

impulso decisivo para a adoção da tecnologia por parte da indústria.

Iniciativas Open Source – OpenStack, OpenDaylight, Open Platform for NFV

Nos últimos tempos, tem vindo a ganhar peso a tendência para iniciativas *Open Source* produzirem *standards* “de facto”, ainda que não sejam formalmente reconhecidos como tal. Em parte, esta situação resulta da fragmentação da normalização em certos domínios, sendo a área da *cloud* um exemplo claro. Por outro lado, o movimento *open source* tende a acelerar o ciclo de inovação e a evoluir mais rapidamente do que os organismos de normalização tradicionais, donde resulta que frequentemente as implementações antecipem o estabelecimento de *standards* formais, acabando por se transformar em *standards* “de facto”.

Nos domínios SDN e NFV devem ser destacadas nesta altura três iniciativas – OpenStack [17] e OPN [18] no domínio NFV (a primeira não especificamente dedicada ao NFV, mas constituindo uma peça fundamental na gestão da infraestrutura virtualizada; a segunda ainda em fase de estabelecimento) e OpenDaylight [19] no domínio SDN.

3.3. Fabricantes

Os fabricantes têm apostado muito no desenvolvimento de algumas tecnologias apontadas ao 5G.

No que diz respeito à arquitetura da rede de acesso rádio, as empresas Huawei e Alcatel-Lucent propõem a arquitetura Cloud-RAN com antenas remotas e processamento centralizado.

Já as empresas Nokia e Qualcomm são as autoras da ideia de partilha de espectro licenciado, sob determinadas condições, por um número limitado de utilizadores – ASA/LSA (*Authorised/ Licensed Shared Access*).

Além disso, a Nokia demonstrou em 2014 a utilização de *small cells* na banda das ondas milimétricas, a virtualização de funções de rede, e taxas de transmissão de 2.6 Gbps usando tecnologia TD-LTE (*time-division* LTE).

Relativamente a taxas de transmissão 5G, a empresa Ericsson, conseguiu atingir 5 Gbps de taxa máxima, utilizando a banda dos 15 GHz em laboratório. Além disso, em conjunto com o operador SK Telecom (Coreia), demonstrou a tecnologia denominada *elastic cell* que permite obter taxas de transmissão de pelo menos 1 Gbps nas franjas da célula, através de comunicação cooperativa (CoMP) entre células localizadas nas vizinhanças do terminal móvel.

Em termos de tecnologias não existe consenso, mas os fabricantes e operadores concordam no facto do 5G ter que ser centrado no utilizador, ser mais dinâmico, eficiente em termos energéticos e usar uma grande va-

riedade de bandas. O 5G terá que ser desenhado de modo a transportar de um modo eficiente o tráfego da *Internet of Things* e M2M.

4. Envolvimento da PT Inovação

Nesta secção são descritos alguns dos mais recentes projetos de investigação, cofinanciados pela Comissão Europeia, em que a PT Inovação se encontra envolvida e que estão em linha com a evolução para o novo sistema 5G.

4.1. ADEL

O ADEL (*Advanced Dynamic Spectrum for 5G Mobile Networks Employing Licensed Shared Access*) [12] é um projeto financiado pelo 7º Programa Quadro (FP7) da Comunidade Europeia. Iniciou-se em dezembro de 2013 e tem uma duração prevista de 36 meses. O projeto pretende contribuir para a utilização eficiente do espectro na rede de acesso rádio através da partilha do espectro licenciado segundo a perspectiva LSA.

O LSA é especialmente relevante para os operadores móveis, uma vez que permite aceder a espectro adicional em regime de exclusividade e desta forma garantir qualidade de serviço aos seus clientes. Além disso, como a partilha tem carácter temporário, os custos associados à utilização desse espectro serão muito inferiores à obtenção de licenças adicionais. Segundo a proposta inicial (ver Figura 1), da autoria da Nokia e da Qualcomm, e que foi adotada pelo regulador europeu (CEPT), para tirar partido do LSA é necessário incluir na rede de acesso dois elementos adicionais: o repositório LSA (contém informação sobre os donos do espectro, os incumbentes) e o controlador LSA (gere a partilha do espectro não utilizado pelos incumbentes).

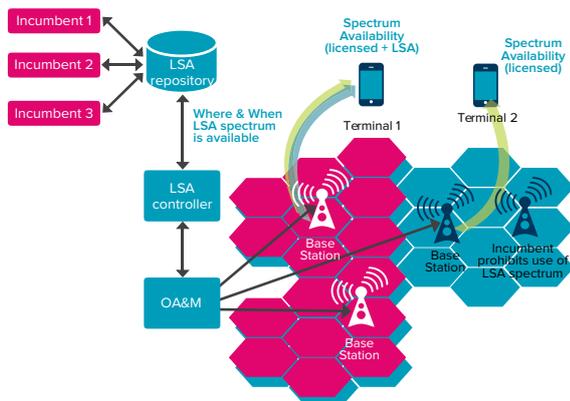


Figura 1 - Arquitetura ASA/LSA base

O ADEL pretende ir mais além, possibilitando que a partilha de espectro LSA tenha um carácter muito mais dinâmico, seja feita de modo automático e que possibilite

o aproveitamento do maior número de oportunidades de partilha existentes. Para atingir esse objetivo é necessário que a rede de acesso conheça com exatidão qual é, a cada momento, o ambiente rádio em que está inserida. Assim, o ADEL propõe adicionar à arquitetura LSA básica, uma sub-rede de monitorização colaborativa do espectro, complementada por mapas multidimensionais de cobertura rádio e outra informação adicional alojada em bases de dados.

Por outro lado, para rentabilizar ao máximo os novos elementos de rede, o ADEL terá que desenvolver técnicas eficientes (baixo consumo e *overhead*) de monitorização colaborativa do espectro e métodos dinâmicos de alocação de recursos multidimensionais (controlo de admissão, gestão de prioridades e controlo de interferência).

Por último, o ADEL investiga as oportunidades de negócio que poderão emergir no âmbito do LSA, quer estejam relacionadas com a partilha dos recursos rádio, quer se relacionem com o fornecimento das novas funções de rede, agora introduzidas.

4.2. MCN

O *Mobile Cloud Networking* (MCN) [13] é um projeto (FP7), cofinanciado pela Comissão Europeia (CE), com duração de 3 anos, tendo-se iniciado em novembro de 2012 e com fim previsto para outubro de 2015. O projeto aborda a integração entre os mundos telco e *cloud*, tendo como objetivo fazer com que os Operadores beneficiem dos princípios da virtualização.

O projeto foca-se, em particular, no segmento pessoal. Por isso, o principal objetivo é virtualizar (cloudificar) todos os componentes necessários ao funcionamento de redes móveis. A Figura 2 mostra de uma forma gráfica, o essencial do conceito e a visão subjacente.

Em particular, os serviços considerados pelo projeto para virtualização, são os seguintes:

- **Acesso** (RAN - *Radio Access Network*);
- **Core** (EPC – *Evolved Packet Core*);
- **Serviços aplicativos**, IMS, CDN e DSS (*Digital Signage Systems*);
- **OSS** (Sistemas de Suporte à Operação), *Provisioning, Monitoring, SLA Management*;
- **BSS** (Sistemas de Suporte ao Negócio), CRM, *Charging e Billing*.

No caso dos OSS/BSS, o foco tem duas vertentes; (1) o suporte operacional e de negócio em redes e serviços virtualizados; e (2) a virtualização das próprias plataformas OSS/BSS.

Para além da virtualização, o projeto explora o conceito *as a Service* (XaaS), no qual as funções são disponibilizadas como um serviço pronto a usar. Isto significa que

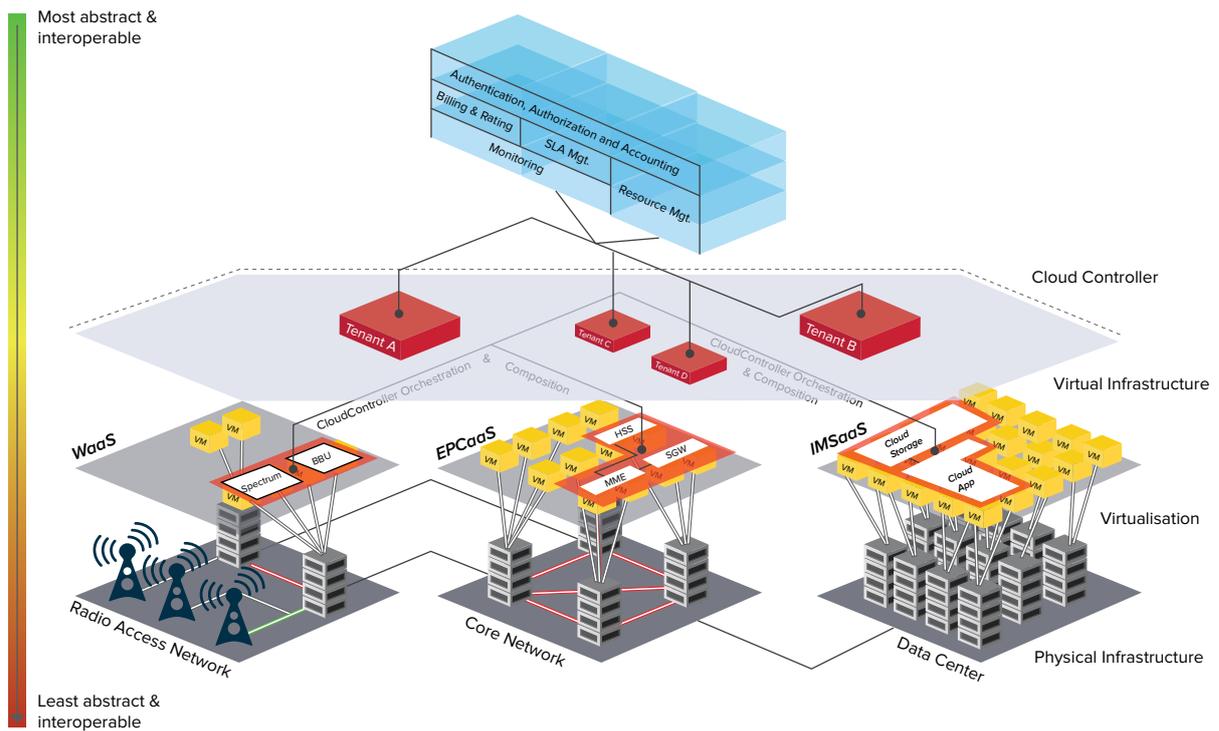


Figura 2 - Conceito e visão do projeto MCN

o cliente de um serviço não tem que se preocupar com detalhes de *design*, implementação, *deployment*, etc. do mesmo, tendo apenas que se limitar a consumir o serviço. Este conceito permite um modelo simples de criação de serviços *end-to-end* (e2e), em que serviços mais complexos são construídos por composição de serviços mais simples. Como exemplo, pode ser considerada a criação de um operador virtual completo (*Mobile Virtual Network Operator*) a partir de funções mais simples (e.g. RANaaS, EPCaaS, IMSaaS, OSSaaS, BSSaaS, etc.).

4.3. T-NOVA

Tal como o MCN, o projeto T-NOVA [14] aborda o tema da virtualização das funções de rede, mas com foco na oferta dessas funções numa lógica *as-a-service*, tentando explorar não só as vantagens resultantes da otimização de recursos e redução de custos (CAPEX/OPEX), mas também a possibilidade de desenvolver serviços inovadores e novos modelos de negócio. O projeto, iniciado em janeiro de 2014 e com uma duração prevista de 36 meses, tem como missão conceber, implementar e demonstrar uma arquitetura de rede capaz de proporcionar aos operadores a possibilidade de explorar o conceito de *Network Functions Virtualisation* (NFVaaS).

A materialização do conceito será feita com base na virtualização e posterior adaptação para um contexto NFV de quatro funções de rede – *Session Border Controller*, *Deep Packet Inspection*, *Firewall*, *Home Gateway*, como ilustrado na Figura 3.

Uma das peças fundamentais da arquitetura T-NOVA é a plataforma de gestão e orquestração, para a provisão, configuração, monitorização e otimização de funções de rede virtualizadas e da sua oferta como um serviço. O sistema T-NOVA assentará numa estrutura *cloud* que permitirá a provisão dinâmica e a rápida elasticidade de recursos.

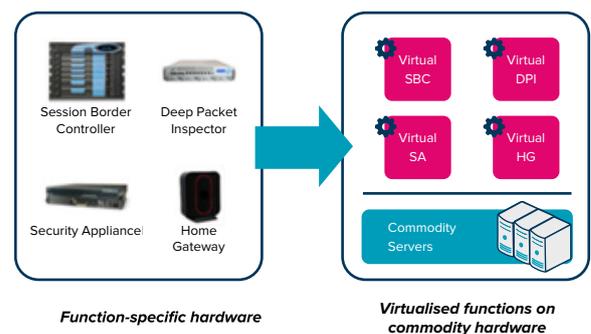


Figura 3 - Virtualização de funções de rede – projeto T-NOVA

O projeto pretende ainda desenvolver e explorar o conceito de *Marketplace*, como plataforma de oferta e negociação de funções de rede entre fornecedores, operadores e clientes finais.

4.4. FLEXICELL

O Flexicell é um projeto de cooperação entre a PT Inova-

ção e o Instituto de Telecomunicações de Aveiro cofinanciado pelo QREN, com a duração de 18 meses, iniciou-se em janeiro de 2014 e finalizará em junho de 2014. O objetivo principal do projeto é o desenvolvimento de uma unidade CPE/RRH assente numa arquitetura unificada e integrada que agregue conceitos *Small Cell*, *Cloud RAN* e *infrastructure sharing*, cujo *fronthaul* seja agnóstico à tecnologia, tirando partido das infraestruturas de acesso fixo existentes (OTN, GPON, *Active Ethernet*, rádio, etc.).

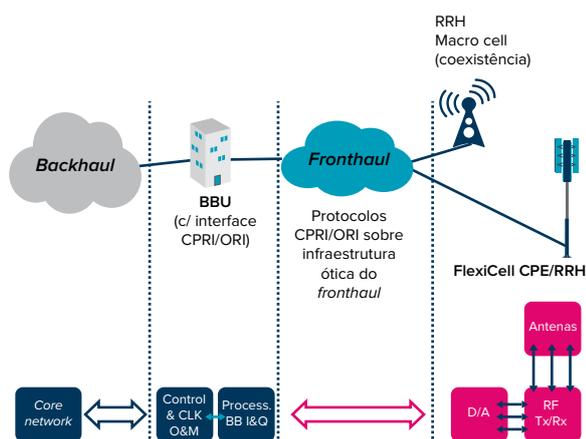


Figura 4 - Arquitetura FLEXICELL

Pretende-se ainda a redução da largura de banda requerida para transmissão de informação rádio digitalizada I&Q na interface de *fronthaul* e a maximização da distância entre a unidade CPE/RRH e a unidade de BBU.

O trabalho desenvolvido dota a PT Inovação de uma solução que:

- Permite a convergência de arquitetura de rede fixo-móvel suportando C-RAN.
- Potencia a reutilização de infraestruturas de rede de fibra ótica existentes nomeadamente coexistência com tecnologias FTTH e NGPON2;
- Minimiza o consumo energético;
- Otimiza os recursos de rede através da gestão centralizada e unificada em redes heterogéneas (HetNet);
- Permite flexibilidade de escalabilidade para novos *upgrades/reconfigurações* de rede – virtualização de CPE/RRH.

Para além das vantagens atrás expostas, a solução FLEXICELL está em sintonia com as tendências de evolução da rede móvel.

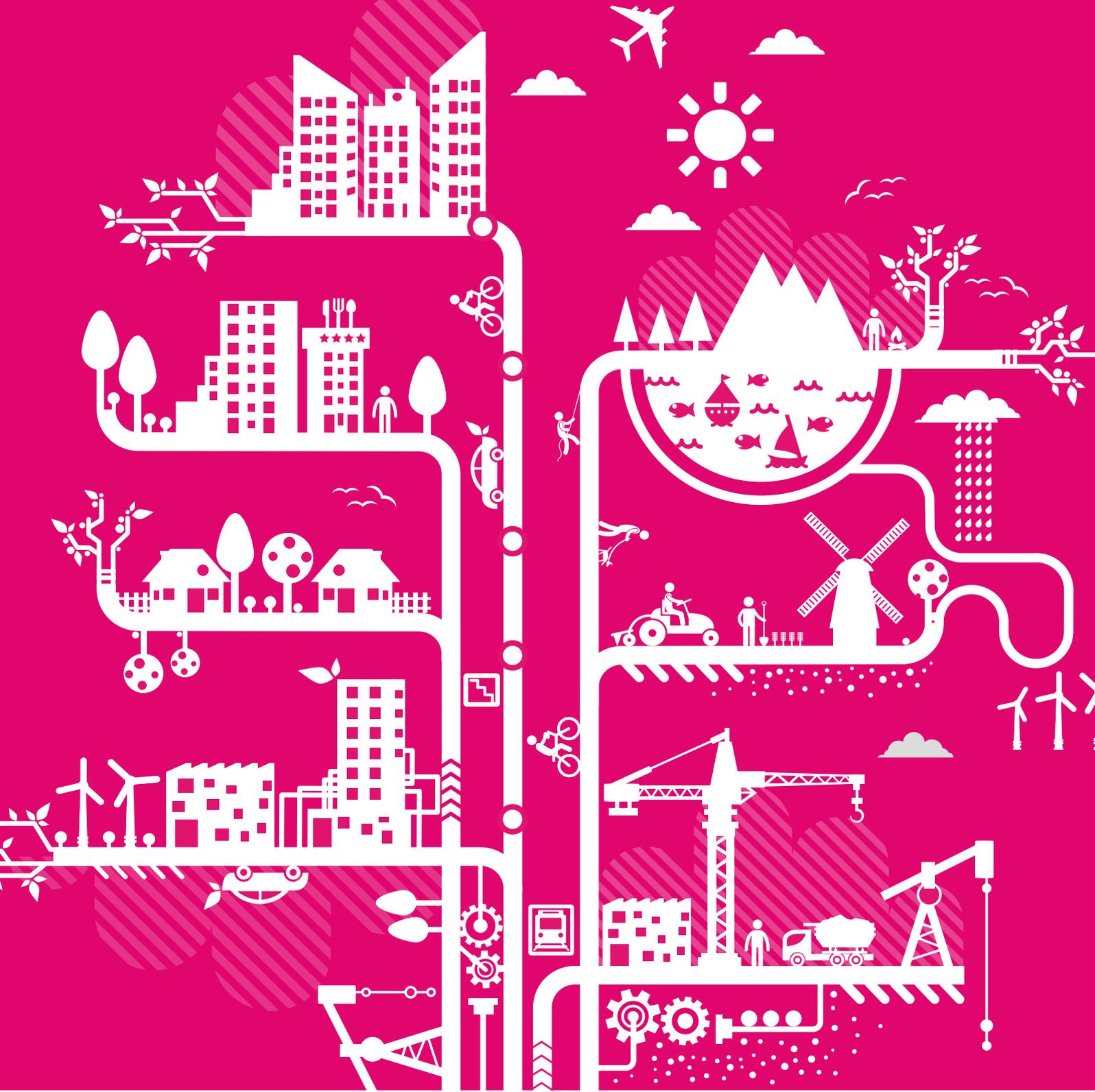
5. Conclusão

Muitas das soluções técnicas que possivelmente serão usadas na rede móvel 5G estão numa fase avançada de estudo ou resultam da evolução de tecnologias já adotadas. No entanto, o desenho do sistema ou mesmo a especificação dos seus requisitos, estão ainda numa fase preliminar. Apesar disso, é notório o esforço que os diferentes *stakeholders* (fabricantes, centros de investigação, operadores e reguladores) estão a fazer para tornar a 5ª geração móvel uma realidade. A Comissão Europeia tem em curso um conjunto de iniciativas, nomeadamente de financiamento de projetos de investigação, que visam repor a liderança da Europa nesta área.

Referências

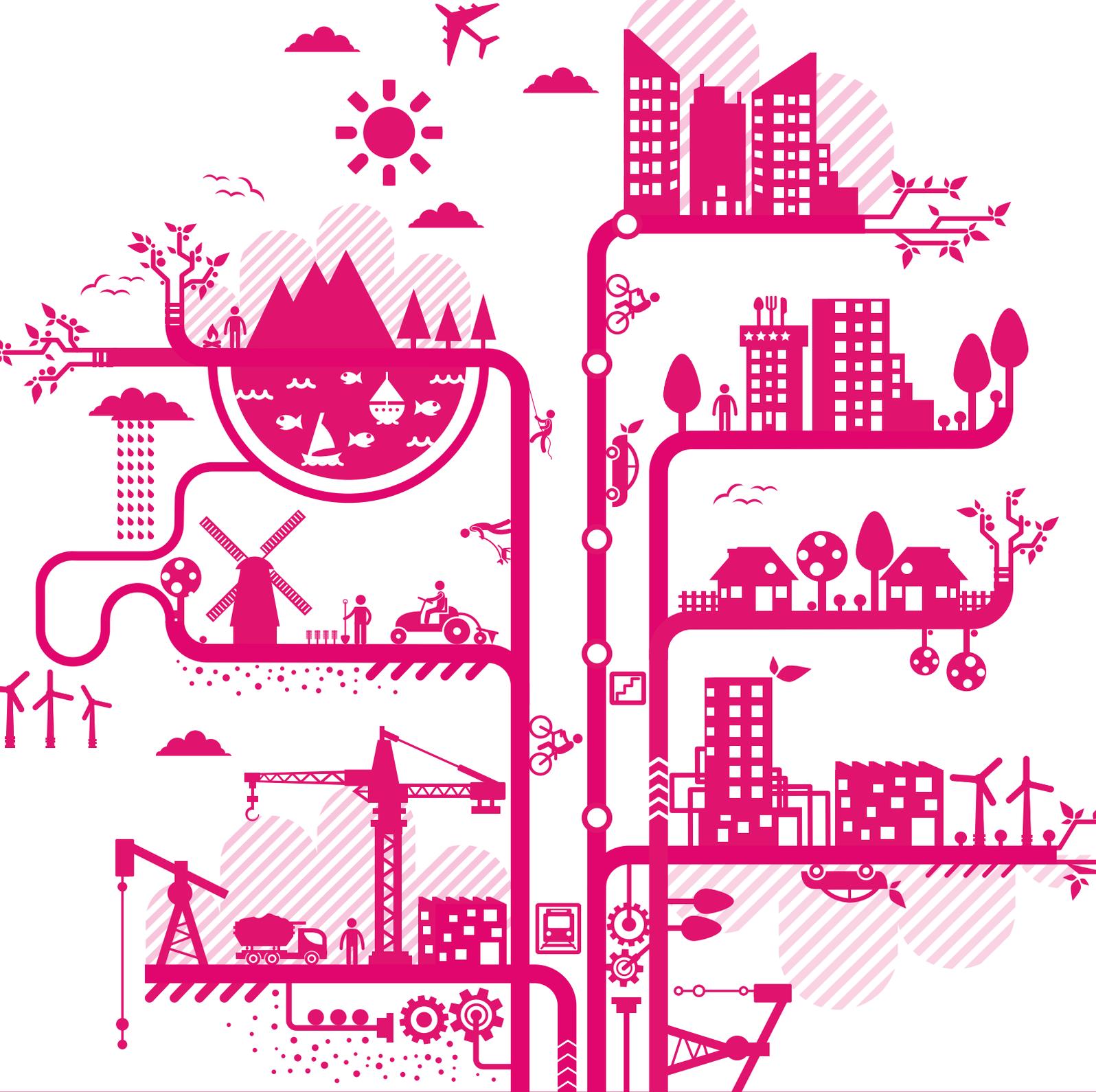
- [1] 3GPP RP-12209, Study on LTE Device to Device Proximity Services, Dec. 2012.
- [2] Comunicação da Comissão - COM(2010)2020 Final, “Europa 2020 – Estratégia para um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo”, Bruxelas, 3 de Março de 2010. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:PT:PDF>.
- [3] Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões - COM(2010)245 Final, “Uma Agenda Digital para a Europa”, Bruxelas, 19 de Maio de 2010. URL: [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0245R\(01\)&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0245R(01)&from=EN).
- [4] Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões - COM(2012) 784 Final, “A Agenda Digital para a Europa”, Bruxelas, 18 de Dezembro de 2012. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012DC0784&qid=1410882440562&from=PT>.
- [5] Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões – COM(2010)546 final, “Iniciativa emblemática no quadro da estratégia «Europa 2020» - «União da Inovação»”, Bruxelas, 6 de Outubro de 2010. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0546:FIN:PT:PDF>.

- [6] REGULAMENTO (UE) N. o 1291/2013 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, de 11 de dezembro de 2013, que cria o “Horizonte 2020 – Programa-Quadro de Investigação e Inovação (2014-2020)”. URL: http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/legal_basis/fp/h2020-eu-establact_pt.pdf.
- [7] Advanced 5G Network Infrastructure for the Future Internet - Public Private Partnership in Horizon 2020, “Creating a Smart Ubiquitous Network for the Future Internet”, November 2013. URL: http://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2014/02/Advanced-5G-Network-Infrastructure-PPP-in-H2020_Final_November-2013.pdf
- [8] JOINT DECLARATION BETWEEN THE REPUBLIC OF KOREA AND THE EUROPEAN COMMISSION ON STRATEGIC COOPERATION IN THE AREA OF INFORMATION & COMMUNICATIONS TECHNOLOGY AND 5G. URL: http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/cf/dae/document.cfm?action=display&doc_id=6067
- [9] 5G Forum, “5G Vision and Requirements of 5G Forum”, ITU-R Working Party 5D Workshop on Research Views on IMT Beyond 2020, Vietname, Fevereiro, 2014. URL: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/oth/0a/06/R0A0600005F0001PDFE.pdf
- [10] ITU-R, FUTURISTIC MOBILE TECHNOLOGIES FORESEE “IMT FOR 2020 AND BEYOND”, <http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2020/Pages/default.aspx>
- [11] Balazs Bertenyi, “3GPP system standards heading into the 5G era”, EURESCOM Message Magazine, Spring 2014, pag. 9-11. URL: <http://www.eurescom.eu/fileadmin/documents/message/Eurescom-message-01-2014-web.pdf>
- [12] Projeto “Advanced Dynamic Spectrum 5G mobile networks Employing Licensed shared access”, <http://www.fp7-adel.eu>
- [13] Projeto Mobile Cloud Networking, <http://www.mobile-cloud-networking.eu>
- [14] Projeto T-NOVA, <http://www.t-nova.eu/>
- [15] ETSI NFV ISG, <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/nfv>
- [16] Open Networking Foundation, <https://www.opennetworking.org/>
- [17] OpenStack, <http://www.openstack.org/>
- [18] OPN, “NFV Approaches Phase 2, With Help from the Linux Foundation”, <https://www.sdncentral.com/news/nfv-approaches-phase-2-help-linux-foundation/2014/06/>
- [19] OpenDaylight, <http://www.opendaylight.org/>



06

Smart Cities



20 | Do Físico ao Digital: arquitetura para um ecossistema M2M [pp. 255-261]

31 | NSCL: uma *framework* para interoperabilidade M2M [pp. 262-269]

32 | *Motion capture*: aplicações eHealth e well being [pp. 270-276]

DO FÍSICO AO DIGITAL: ARQUITETURA PARA UM ECOSISTEMA M2M



Filipe Cabral Pinto
(PT Inovação)



Fernando Santiago
(PT Inovação)



António Ferreira
(PT Inovação)



Mário Rui Costa
(PT Inovação)



Jorge Sousa
(PT Inovação)



Pedro Rocha
(PT Inovação)

RESUMO

As comunicações máquina-a-máquina vão, em breve, mudar a sociedade tal como a conhecemos. Biliões de dispositivos estarão ligados à Internet, possibilitando a recolha de dados, a análise de informação e a atuação no ambiente, potenciando a criação de serviços inovadores e de eficiência redobrada.

A Internet das Coisas materializa a convergência entre o físico e o digital, dando origem a ambientes mais inteligentes, transversais aos mais diversos setores de atividade. Mas a sua implementação requer arquiteturas escaláveis, capazes de assegurar a interoperabilidade entre diferentes domínios, sem dependências entre os mais diversos serviços.

Este artigo descreve a nova geração da arquitetura da plataforma transversal multidomínio da PT Inovação, que garante a mediação de dados, assegurando a independência entre aplicações das mais diversas áreas e dispositivos heterogéneos, potenciando a abertura de novos mercados associados ao ecossistema M2M.

PALAVRAS-CHAVE

Aplicações, Arquitetura, Dispositivos, M2M, Plataforma, Serviços



1. Introdução

1.1. Visão geral

Estamos perante uma nova era em que bilhões de dispositivos irão potenciar a criação de uma sociedade mais inteligente, assente em processos otimizados e com ofertas de serviços mais inovadores. A visão da *Internet of Things* (IoT) prevê a fusão entre o mundo físico e o mundo digital, abrindo as portas a novos mercados e promovendo o desenvolvimento de novos negócios. Neste cenário, as comunicações máquina-a-máquina (M2M) serão um *enabler* chave na construção das comunidades do futuro, uma vez que darão suporte à troca de informação entre dispositivos e aplicações, possibilitando assim a extensão dos diferentes setores verticais, como por exemplo energia ou saúde, para domínios de atuação fora da sua área tradicional de intervenção.

O ecossistema M2M, tal como descrito na Figura 1, é constituído por um conjunto de entidades contendo funcionalidades bem definidas. Assim, temos então todo o conjunto de dispositivos, que possibilitam a leitura de informação sensorial ou a execução de comandos, bem como todas as *gateways*, que possibilitam o acesso remoto a dispositivos com capacidades limitadas de comunicação. O ecossistema engloba também as aplicações que correm a lógica de serviço específica de cada vertical. A plataforma do operador constitui a base infraestrutural de suporte à mediação de dados, sendo responsável pelo encaminhamento da informação entre aplicações e dispositivos de forma segura e fiável, disponibilizando ainda um conjunto de serviços transversais à plataforma. Por fim, o ecossistema M2M

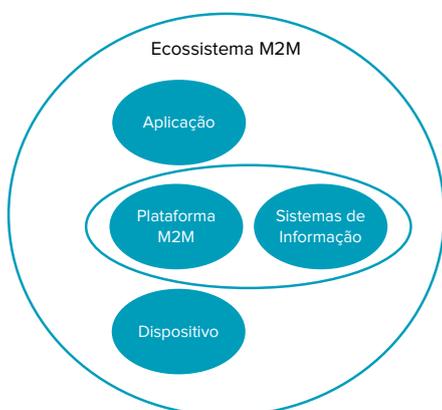


Figura 1 - Ecossistema M2M

inclui os sistemas de informação associados aos diferentes *service providers*, cobrindo as vertentes de *Full-fillment*, *Assurance* e *Billing*.

O operador de telecomunicações pode e deve ter um papel relevante na implementação do ecossistema M2M, em particular no desenvolvimento da plataforma de mediação de dados entre aplicações e dispositivos, colocando-se no papel de facilitador tecnológico para a criação de novos negócios. Mas o mundo IoT, devido à sua dinâmica, tem requisitos específicos que obrigam ao desenho de arquiteturas escaláveis, capacitadas para suportarem a interoperabilidade entre os diversos domínios, sem qualquer tipo de dependências entre os serviços. Este artigo apresenta assim a arquitetura da plataforma M2M, transversal às diferentes áreas de atividade, capaz de interligar de uma forma governada as aplicações aos dispositivos heterogêneos, potenciando a abertura de novos mercados associados ao ecossistema M2M.

1.2. Normalização

A normalização do M2M promove o fim das soluções fragmentadas, específicas de cada vertical, sendo essencial para o desenvolvimento global do mercado M2M. Enquanto tecnologia, o M2M engloba várias áreas, que vão dos dispositivos às aplicações, tendo em conta as diferentes redes com e sem fios. Assim, existem várias tendências normativas que se cruzam em determinados pontos de interligação. Por exemplo, o 3GPP tem vindo a evoluir a sua rede celular no sentido de incorporar os requisitos necessários para as comunicações M2M na rede do operador, sendo este trabalho enquadrado no denominado *machine-type communications* [2],[3]. É de salientar, no entanto, o trabalho desenvolvido pelo *Technical Comitee M2M* (TC M2M) do ETSI que definiu uma arquitetura horizontal de serviços, baseada em REST, que expõe um conjunto de capacidades que permitem a troca de informação através de procedimentos normalizados entre aplicações e dispositivos. Esta abordagem inovadora promove a existência de uma camada comum usada para mediação de dados, terminando com os silos verticais típicos dos diferentes domínios, assegurando a completa independência entre aplicações e dispositivos [4]. Recentemente, e de forma a tornar global o impacto do M2M, a iniciativa oneM2M, constituída pelos diversos organismos normativos regionais, tem vindo a definir uma camada de serviço onde as diferentes abordagens existentes converjam, elevando o operador a um papel que vai mui-

to para além do de tradicional *bit pipe*, garantindo uma compatibilidade universal [5].

1.3. Mercado e tendências

Atualmente o mercado de Plataformas M2M encontra-se segmentado em dois grandes grupos: as plataformas de *application enablement* e as plataformas de gestão de conectividade (Gestão de SIM Cards M2M). No âmbito do *Application Enablement*, são muitos os fornecedores que atualmente se posicionam no segmento, com destaque para a Axeda, Cumulocity, Eurotech, para citar apenas alguns. A grande maioria dos fornecedores disponibiliza as suas plataformas na *cloud*, suportando modelos *as-a-Service*. Tipicamente disponibilizam APIs abertas para o desenvolvimento de aplicações por terceiros e em alguns casos ferramentas avançadas de suporte ao desenvolvimento e teste (SDKs, *plugins* para IDEs, “*Sandboxes*”, etc.). Na comunicação com dispositivos, suportam normalmente mecanismos de adaptação protocolar (através de *plugins*), permitindo desta forma, virtualmente, suportar a comunicação com qualquer dispositivo. Muitos dos fornecedores disponibilizam também módulos de *hardware* certificados e pré-integrados com as suas plataformas.

Os operadores de telecomunicações tentam ocupar um papel cada vez mais ativo, tentando subir na cadeia de valor M2M, de forma a garantir ARPUs maiores. No curto prazo, a conectividade M2M apresenta um potencial de crescimento forte, sendo o primeiro *tier* necessário garantir, mas no médio prazo, os serviços e aplicações M2M prometem ser uma muito interessante fonte de receita, em linha com a evolução dos operadores de telecomunicações que pretendem ter cada vez mais serviços OTT. Atualmente alguns dos CSPs já disponibilizam meios aos *developers* para facilitar o desenvolvimento de novas Aplicações M2M. Destaca-se a Deutsche Telekom que se encontra bastante ativa neste domínio, quer através do seu programa “*M2M Developer Community*”, suportado numa plataforma de *Application Enablement* que disponibiliza aos *developers* as API's e meios para o desenvolvimento de Aplicações M2M, quer através do “*Marketplace M2M*”, suportado numa plataforma de comércio electrónico, através da qual os fabricantes e fornecedores de produtos M2M podem disponibilizar ao mercado as suas soluções de *hardware* e *software* (incluindo *Apps*).

Também no domínio mais exploratório da designada Internet das Coisas, que se encontra atualmente muito ativa, existe uma grande diversidade de serviços (e.g. Xively, Thingful) bem como de *hardware* (e.g. Arduino, Raspberry Pi, Beeglebone) e *software* embebido (e.g. Eclipse M2M/IoT, Sensinode) dedicado ao M2M/IoT. Apesar da utilidade e tração que alguns destes serviços e soluções oferecem, fica ainda a cargo do utilizador proceder à sua integração. Numa perspetiva mais abran-

gente, merece também destaque a iniciativa FI-Ware da União Europeia, mais concretamente do grupo para a Internet do Futuro. O FI-Ware, baseado em OpenStack, posiciona-se como um ecossistema com suporte de:

- **IaaS**, visto que disponibiliza várias máquinas virtuais (CentOs, Ubuntu, etc) para instanciar;
- **PaaS**, pois fornece um conjunto de peças de *software* reutilizáveis (e.g. serviço de Mapas) que podem ser interligados em novos serviços via editor Wirecloud;
- **SaaS**, já que se pode simplesmente subscrever e configurar os componentes acima citados via catálogo disponível.

Neste Ecossistema de Inovação aberto são também tópicos ativos os designados *Generic Enablers* para a área do M2M/IoT, nomeadamente através da abordagem de normalização do ETSI.

2. Ecossistema M2M do operador

2.1. Introdução

A nova geração da plataforma M2M da PT Inovação dá suporte à mediação de dados, assegurando a independência entre as aplicações de diferentes domínios e os dispositivos heterogéneos espalhados geograficamente pelos mais diversos locais. Tendo em conta as dinâmicas específicas do mundo das máquinas, a arquitetura foi alinhada com os princípios e as *best practices* de segurança, integridade e escalabilidade. O desenho da plataforma teve em conta as tendências normativas, em particular, a definição da camada de serviços definida pelo TC M2M do ETSI [6], de forma a garantir uma interoperabilidade transparente, sem as típicas dependências associadas às diferentes verticais. Esta opção assegura também uma fácil integração dos diferentes sensores e atuadores, bem como das mais diversas *gateways*, através de interfaces normalizadas, com possibilidade de adaptação no caso de uso de protocolos específicos. Permite ainda a gestão dos dispositivos através de procedimentos bem definidos, assegurando o seu controlo remoto. Para promover a criação de aplicações por entidades externas, alavancando assim o mercado M2M, foram definidas APIs que permitem um acesso governado à informação e a um conjunto de serviços expostos na plataforma.

A plataforma M2M da PT Inovação será assim um potenciador para novos negócios, associados ao mundo das máquinas, transversal aos mais domínios de atividade, promovendo o papel do operador ao de *smart pipe*.

2.2. Plataforma do operador

Uma plataforma M2M do operador tem de responder

inevitavelmente a um conjunto de requisitos originados pela especificidade das comunicações máquina-a-máquina. Neste sentido, a iniciativa global *oneM2M* resumiu as necessidades das diferentes verticais num quadro contendo as principais capacidades que uma qualquer plataforma M2M deve apresentar [8]. Como se pode ver na Figura 2, a camada comum de serviços deverá dar suporte não só à gestão dos dispositivos (*Device Management*), mas também à gestão das aplicações e dos próprios serviços (*Application and Service Layer Management*). Terá também de controlar o registo dos dispositivos, das *gateways* e ainda das aplicações, bem como permitir a sua descoberta por entidades interessadas (*Registration, Discovery*). A plataforma terá de assegurar uma troca de informação assente em comunicações seguras, eventualmente otimizadas para grupos com interesses comuns, suportando modelos de comunicação baseados não só em *request & response*, mas também para *subscription & notification* (*Communication Management/Delivery Handling, Security, Group Management, Subscription and Notification*). A plataforma deverá ainda possibilitar o acesso a funcionalidades do operador e também dar suporte a serviços de *charging* e *accounting* (*Network Service Exposure/Service Execution and Triggering, Service Charging & Accounting*). Por fim, a plataforma deverá permitir a gestão de dados e o controlo do repositório, assegurando um acesso à informação e tendo eventualmente em conta a geografia em que foi produzida (*Data Management & Repository, Location*).

A arquitetura de referência da plataforma M2M da PT Inovação tenta responder a todos estes requisitos, estando, para isso, estruturada em quatro grandes domínios, cada um abrangendo um conjunto de funcio-

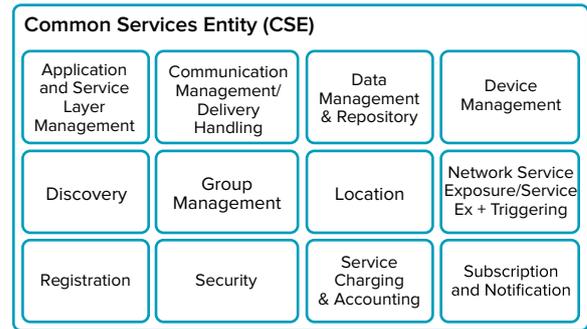


Figura 2 - Camada comum de serviços

nalidades interrelacionadas. A Figura 3 apresenta a arquitetura de referência da plataforma M2M do operador.

O **Domínio das Aplicações** engloba todas as aplicações e portais que acedam a serviços disponibilizados, de uma forma governada, pela plataforma M2M do operador. As aplicações contêm lógica própria, relacionadas com o seu domínio de atuação, utilizando a plataforma M2M para acederem à informação dos dispositivos ou para executarem funcionalidades específicas expostas na sua base infraestrutural de serviços. Os portais desempenham o papel de *front ends* integrantes da plataforma M2M para interação dos utilizadores, disponibilizando funcionalidades de *self-service* aos clientes do fornecedor de serviço e de *back office* aos gestores da plataforma.

O **Domínio de Rede** constitui a base infraestrutural da plataforma M2M, tendo por isso um papel de relevo no ecossistema M2M. É composto por três camadas, sendo cada uma delas especializada em diferentes funcionalidades core.

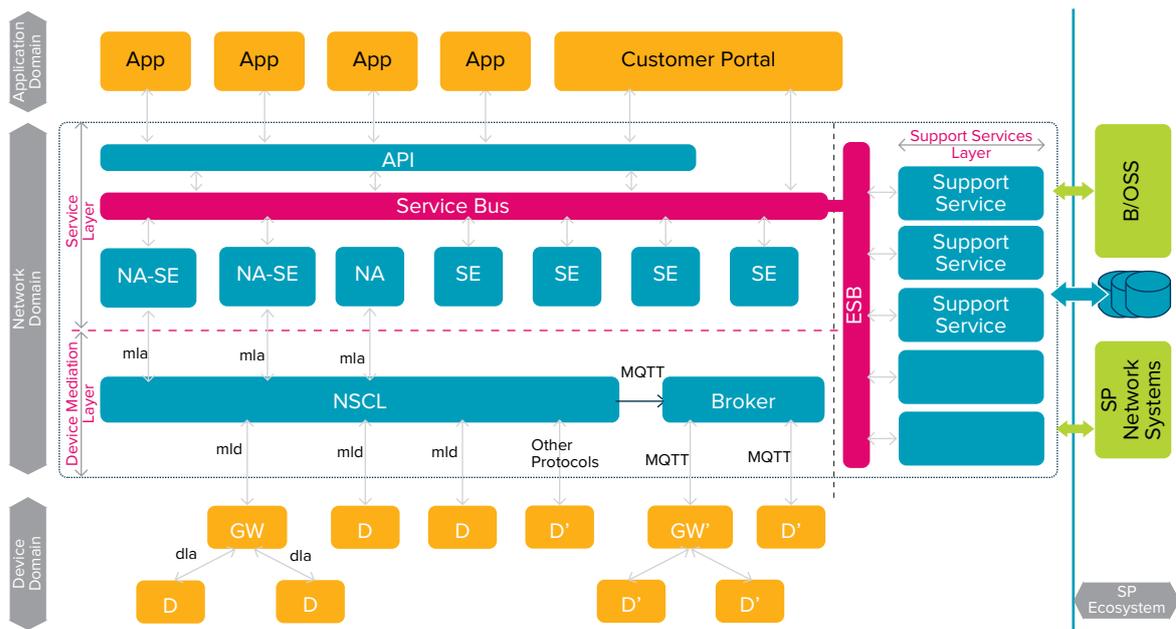


Figura 3 - Arquitetura de referência da plataforma M2M

Assim, a **Camada de Mediação com Dispositivos** engloba todos os elementos funcionais que dão suporte à comunicação com os dispositivos e *gateways*. Nesta camada está incluído o principal componente alinhado com a arquitetura ETSI M2M; o NSCL (*Network Service Capabilities Layer*) é assim responsável pela troca de dados e de informação de controlo, utilizando pontos de referência normalizados, entre dispositivos M2M e aplicações de rede. O NSCL suporta também a interligação com dispositivos que não sejam compatíveis com as especificações definidas pelo ETSI através da implementação de *proxies* para *interworking*, assegurando assim uma conectividade global.

Na **Camada de Serviços** encontram-se todos os elementos que asseguram funcionalidades específicas para consumo interno da plataforma ou disponibilizados às aplicações e portais. As APIs são parte integrante desta camada, sendo responsáveis pela exposição de serviços a aplicações, portais ou sistemas externos, de forma controlada e segura. O *Service BUS* não é mais que a infraestrutura que garante uma elevada interoperabilidade entre serviços de sistemas heterogéneos, expondo-os de forma governada. Temos ainda os *Service Enablers* (SE) que são serviços disponibilizados através do *Service BUS*. Um exemplo é o *Notification Dispatcher*, que é responsável pelo envio de notificações através de diferentes canais (SMS, *e-mail*, outros). As *Network Applications* (NA) são módulos com lógicas específicas interligadas com os dispositivos através do NSCL, usando para isso a interface *m1a*. Chama-se NA-SE (*Network Applications/Service Enablers*) às NAs expostas através do *Service BUS*, permitindo assim o acesso ao NSCL. É exemplo de um NA-SE o *Data Store* que governa as operações de leitura e armazenamento automático em *storage* externo da informação recolhida pelos dispositivos.

Por fim, os **Serviços de Suporte** têm a responsabilidade de assegurar as funcionalidades *core* da Plataforma, fazendo também a interface com os Sistemas do *Service Provider*. O *Orquestrator* é o serviço de suporte responsável pelo sequenciamento e execução de tarefas, tendo em conta todas as dependências entre chamadas. Para gerir as entidades das diferentes entidades e controlar as permissões de acesso aos recursos do sistema existe o módulo IAM (*Identity Access Management*). Este serviço de suporte é também responsável pelo armazenamento da informação relativa aos privilégios de acesso das diferentes entidades. O *User Data Store* tem a seu cargo a gestão da informação de utilizador fora do âmbito da autorização e autenticação. Este serviço guarda dados, tais como nome, endereço ou *e-mail*, para além de outras informações dependentes da aplicação. O catálogo de aplicações, *App Catalog*, efetua a gestão do ciclo de vida das aplicações suportadas na plataforma. Por sua vez, o catálogo de serviços (*Service Catalog*) controla o ciclo de vida dos serviços

de negócio, possibilitando a sua adição, modificação ou remoção da plataforma M2M. O inventário das subscrições é assegurado pelo serviço de suporte *Subscription Inventory* que é responsável pela gestão da informação das subscrições de serviços de negócio. Gere toda a informação que relaciona Cliente (identificado por NIC), Conta de Faturação (identificada por NCC) e a instância de serviço (identificada por IXS). O serviço *Device Library* efetua a gestão do ciclo de vida de diferentes famílias de dispositivos, suportando a sua completa caracterização, permitindo a definição das suas características comuns. Já o *Device Inventory* permite efetuar o cadastro dos dispositivos e *gateways*, possibilitando a gestão da informação específica das suas características e configurações.

O **Domínio dos Dispositivos** engloba todos os dispositivos e *gateways* que comunicam com a plataforma M2M através de protocolos normalizados, em particular alinhados com a norma definida pelo ETSI, mas também usando protocolos proprietários.

Por fim, o **Domínio do Ecossistema do Service Provider** engloba todos os sistemas de informação, tais como, BSS, OSS, entre outros, todos os sistemas de rede, e ainda todos os demais *enablers* ou plataformas associadas ao fornecedor de serviços.

3. Fluxos de informação para processo M2M

As comunicações M2M são um *enabler* para a realização das *Smart Cities*, uma vez que dão voz às máquinas, permitindo-lhes comunicar sem qualquer intervenção humana. A colossal informação gerada pela miríade de dispositivos poderá, e deverá, ser analisada e correlacionada com fontes heterogéneas, dando origem a informação contextual de grande importância para o desenvolvimento de aplicações mais inteligentes.

3.1. Cenário

O dia a dia do Alberto é passado na estrada a fazer distribuição de equipamentos. Todos os dias, logo pela manhã, vai de casa ao armazém para recolher o material. Já com todo o equipamento dentro da carrinha, o Alberto segue viagem em direção aos diferentes pontos de entrega, tentando fugir aos pontos críticos da estrada.

A vida do Alberto, recentemente, melhorou muito! O Alberto instalou finalmente a aplicação *android* Smart-Traffic, que utiliza os dados anonimizados recolhidos do seu telemóvel, como por exemplo localização e velocidade, na deteção de ocorrências de trânsito. A aplicação SmartTraffic cruza a informação obtida do telemóvel do Alberto com os dados recolhidos dos telemóveis de todos os outros utilizadores da aplicação para efetuar uma análise minuciosa do ocorrido. Sempre que a apli-

cação detete perturbações nalgum ponto da estrada, comunica emitindo uma descrição áudio da situação.

Ainda hoje, o Alberto ia no seu automóvel de casa para o trabalho quando foi notificado pela aplicação Smart-Traffic de que existia uma anomalia de trânsito na sua rota habitual. Eram naquele momento 08:00 da manhã de uma quarta-feira e os 100 carros que na última hora tinham passado no km 28 da autoestrada A25 iam a uma média de 40 km/h, o que não era de todo habitual. De certeza que existia uma anomalia! O Alberto conseguiu alterar o seu trajeto de acordo com o sugerido pela aplicação, tendo evitado o congestionamento. Mas, felizmente, nenhum acidente tinha ocorrido, era apenas um radar da Polícia!

3.2. Fluxo

O fluxo apresentado na Figura 4 representa a sequência de eventos envolvidos no cenário descrito. Concretamente, existem três entidades envolvidas:

- **A Plataforma M2M:** Mediador de informação que permite subscrição, publicação e notificação de eventos;
- **Aplicação SmartTraffic Servidor:** Responsável pela computação e deteção de anomalias;
- **Aplicação SmartTraffic Cliente:** Responsável pelo envio de informação sensorial e por subscrever alertas de anomalias para os trajetos ativos do utilizador.

Para além destas 3 entidades, existem 3 tipos de ações principais entre aplicações e uma plataforma M2M:

- Envio de informação para a plataforma (Eventos);
- Subscrição de ocorrências de eventos (Subscrições);
- Notificação de novos eventos (Notificações).

Com estes três tipos principais de ações, e munidas com o conhecimento das estruturas que é necessário subscrever, as aplicações têm um modelo de interação completamente centrado nos dados que produzem. Assim temos que as aplicações são responsáveis por:

- **SmartTraffic servidor:**
 - *Eventos:* Calcular e produzir eventos de anomalia;
 - *Subscrições:* Subscrever todos os dados de informação sensorial do tipo SmartTraffic;
- **SmartTraffic cliente:**
 - *Eventos:* Calcular e produzir eventos de informação sensorial;
 - *Subscrições:* Subscrever todos os dados de anomalias SmartTraffic relevantes no trajeto ativo;
- **Plataforma M2M:**
 - *Notificações:* Notificar os subscritores, tanto da informação sensorial SmartTraffic (servidor) como de anomalias SmartTraffic (cliente), sempre que seja produzido um novo evento deste tipo por qualquer um dos emissores (servidor ou cliente).

Como pode ser visto no fluxo apresentado na Figura 4,

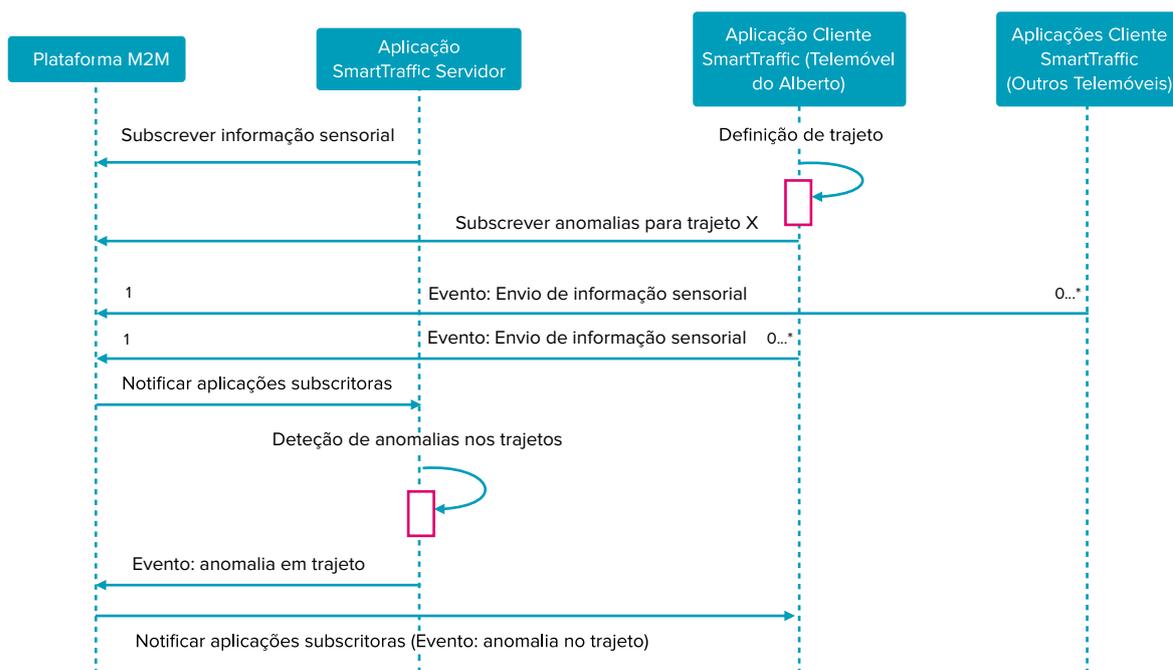


Figura 4 - Diagrama de sequência de eventos

a aplicação SmartTraffic servidor começa por subscrever a informação sensorial do tipo SmartTraffic (1) na plataforma M2M. Por sua vez, a aplicação SmartTraffic cliente, a correr no telemóvel do Alberto, subscreve dinamicamente os dados de anomalias SmartTraffic relevantes para o trajeto selecionado (2). À medida que o Alberto se desloca, a aplicação SmartTraffic cliente vai publicando a sua informação na plataforma M2M (3). O mesmo se passa com todas as aplicação SmartTraffic cliente a correrem nos mais diversos terminais dos utilizadores do serviço SmartTraffic (4). Sempre que um telemóvel publica a sua informação sensorial, a plataforma M2M notifica o servidor SmartTraffic (5), que pode assim analisar os dados recebidos e inferir a ocorrência de anomalias nos trajetos (6). Sempre que haja uma situação problemática num determinado troço da estrada, por onde o Alberto deverá passar, o servidor publica o evento de anomalia na plataforma M2M (7), que por sua vez notifica a aplicação cliente (8), acionando um anúncio áudio que alertará o Alberto, permitindo assim uma alteração atempada no seu trajeto.

4. Valor para o operador

É clara a tendência dos operadores de telecomunicações na geração de novos serviços não tradicionais. Exemplos disso são as ofertas de IPTV, *direct advertising*, entre outras, que os operadores têm vindo a perseguir, diversificando os seus negócios, e combatendo a trajetória descendente do ARPU, fruto da grande competitividade na área. Neste contexto, e perante o potencial existente no ecossistema do M2M, os operadores de telecomunicações encaram os desafios emergentes como uma grande oportunidade de se imporem, estando presente no que poderá vir a ser um ciclo económico de grande duração. Os operadores que conseguirem ter propostas claras para o mercado deverão conseguir: 1)

crescimento na base de SIM Cards (em mercados maduros, será uma das únicas maneiras de garantir o crescimento do parque de cartões existentes), 2) criação de aplicações setoriais, alinhada com parceiros de forma a garantir a presença na cadeia de valor, garantindo AR-PU's superiores, e diferenciação no mercado, e 3) fornecer uma plataforma genérica, potenciado uma rede de *stakeholders*, tipicamente direcionado para *startups* ou pequenas empresas, podendo garantir a presença em setores emergentes e inovadores, onde produtos ou aplicações de grande valor podem irromper.

5. Conclusões

As comunicações máquina-a-máquina serão, cada vez mais, parte integrante das sociedades do futuro. A fusão do mundo físico com o mundo digital potencia a criação de uma avalanche de informação, estimulando a personalização de serviços, tornando-os mais inteligentes e mais capazes de lidar com as necessidades de cada domínio de atividade.

A execução da visão da Internet das Coisas pressupõe a implementação de arquiteturas escaláveis, capazes de garantir a interoperabilidade entre diferentes domínios, assegurando a independência dos mais diversos serviços, interligando de uma forma transparente as aplicações aos dispositivos.

A nova geração da plataforma da PT Inovação pretende dar resposta às complexas necessidades do ecossistema M2M. Apresenta uma arquitetura transversal aos diferentes domínios de atividade, assegurando a mediação de dados, de uma forma segura, entre aplicações e dispositivos, potenciando assim a criação de novos negócios, que vão muito para além da simples disponibilização da conectividade.

Referências

- [1] Filipe Cabral Pinto, Paulo Chainho, Nuno Pássaro, Fernando Santiago, Daniel Corujo, Diogo Gomes, "The Business of Things Architecture", Transactions on Emerging Telecommunications Technologies, Vol. 44, No 4, pp. 441–452, May 2013.
- [2] Nuno Vasco Lopes, Filipe Cabral Pinto, Pedro Furtado, Jorge Silva, "IoT Architecture Proposal for Disabled People", 10th IEEE International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob 2014), Larnaca, Cyprus, October 2014.
- [3] 3GPP TS 22.368 V12.4.0 Technical Specification Group Services and System Aspects; Service requirements for Machine-Type Communications (MTC); (Release 12), June 2014.
- [4] 3GPP TR 23.888 V11.0.0, technical specification group services and system aspects; system improvements for machine-type communications (MTC) (Release 11), September 2012.
- [5] ETSI TS 102 690 V2.1.1 Machine-to-Machine communications (M2M); Functional architecture, October 2013.
- [6] <http://www.onem2m.org/>
- [7] oneM2M TS-0001 V-0.6.1, oneM2M Functional Architecture Baseline Draft, May 2014.

NSCL: UMA *FRAMEWORK* PARA INTEROPERABILIDADE M2M



Fernando Santiago
(PT Inovação)



Filipe Cabral Pinto
(PT Inovação)



Pedro Rocha
(PT Inovação)



Jorge Sousa
(PT Inovação)



Jacinto Vieira
(PT Inovação)

RESUMO

A normalização *end-to-end* no âmbito do M2M marca uma nova etapa numa indústria que, do ponto de vista tecnológico, é atualmente bastante heterogénea e fragmentada. A adoção em larga escala de tecnologias, aplicações e serviços M2M está fortemente condicionada pela criação de bases normativas sólidas neste domínio. As iniciativas ETSI M2M e OneM2M visam promover o desenvolvimento de *standards end-to-end* suportados numa lógica de camada transversal de serviços para comunicações máquina-a-máquina, designada por SCL (*Service Capability Layer*). No âmbito da participação em projetos de I&D, a PT Inovação tem vindo a desenvolver uma implementação do NSCL (*Network Service Capability Layer*) alinhada com os *standards* definidos pelo ETSI.

Este artigo foca o estado da arte da normalização no domínio M2M, os componentes e interfaces definidos pelos *standards* ETSI M2M, a arquitetura técnica da implementação do NSCL da PT Inovação e casos de uso da utilização desta camada no âmbito dos projetos Apollo, Besos e CarCoDe.

PALAVRAS-CHAVE

M2M, IoT, *Smart Cities*, ETSI M2M



1. Introdução

número de dispositivos ligados encontra-se atualmente em crescimento acentuado, movido por diversos *drivers*, entre os quais a procura de resposta para desafios operacionais de ganho de produtividade e competitividade (em áreas como gestão de frotas, telemetria, agricultura de precisão, para citar apenas alguns exemplos), a automatização, otimização ou reinvenção de processos (como por exemplo a monitorização remota de pacientes na área da saúde e das doenças crónicas), as iniciativas de regulamentação (como por exemplo na área automóvel a iniciativa eCall [1]), apenas para citar alguns. São muitas as áreas que tiram partido desta nova realidade de um mundo cada vez mais ligado, onde as pessoas comunicam cada vez mais entre si, mas também com objetos do quotidiano, prometendo revolucionar nos próximos anos a forma como vivemos.

O M2M (*Machine-to-Machine*) é um conceito abrangente que engloba as tecnologias que suportam a comunicação automática (com ou sem fios) entre dispositivos e sistemas. Atualmente, este conceito encontra-se associado a um outro mais vasto: a Internet das Coisas (*Internet of Things* ou IoT). O M2M/IoT é encarado como um domínio de elevado potencial e uma oportunidade de crescimento para os vários *stakeholders* envolvidos na complexa, heterogénea e fragmentada cadeia de valor associada a esta temática, entre os quais os Operadores de Telecomunicações.

A conjugação de diversos fatores está na base do crescimento deste domínio que atualmente constitui um dos mais ativos motores de inovação, destacando-se, entre outros, a proliferação do acesso à Internet, o elevado nível de cobertura das redes de telecomunicações (com especial destaque para a móvel na vertente M2M), a redução dos custos dos módulos de comunicação e os novos paradigmas de *Cloud Computing*. Nesta perspetiva, a normalização constitui um dos aspetos mais cruciais para eliminar barreiras à entrada e permitir uma adoção plena das tecnologias M2M e IoT.

2. Tendências normativas

Um aspeto chave para o desenvolvimento do mercado M2M é a normalização, essencial para que este atinja a maturidade plena. Existem atualmente diversas iniciativas de normalização, focadas especificamente nesta temática, com destaque para as iniciativas ETSI M2M e OneM2M.

O grupo de trabalho *Technical Comittee M2M* (TC M2M) do ETSI [2] tem vindo a desenvolver as bases da normalização das comunicações M2M numa ótica *end-to-end*, para promover a criação de redes de objetos e serviços. Este grupo de trabalho preconiza a transição de uma abordagem baseada em silos aplicativos verticais proprietários e isolados, para uma abordagem baseada em *layers* horizontais, onde as aplicações partilham infraestruturas, ambientes e elementos de rede. Recentemente, este grupo de trabalho publicou a segunda *release* das normas [3].

O mercado M2M é considerado bastante apetecível em todas as geografias, não sendo por isso de estranhar alguma fragmentação normativa a que tem vindo a ser sujeito. Para evitar a criação e consolidação de normas concorrentes, os diferentes organismos de normalização juntaram os seus esforços de forma a criar uma norma única para o M2M. Assim, em 2013 nasceu a iniciativa oneM2M [4] que, tendo por base o trabalho desenvolvido por vários organismos normativos, nomeadamente o ETSI M2M, centrará os seus esforços normativos na camada de serviço, com o objetivo de consolidar as diferentes abordagens existentes.

No âmbito das normas ETSI M2M, assume primordial importância a camada transversal que medeia entre as Aplicações e os Dispositivos designada por NSCL (*Network Service Capability Layer*).

3. NSCL

As comunicações M2M possibilitam a troca de informação automática, sem intervenção humana, entre dispositivos e sistemas. A sua arquitetura pressupõe a existência de equipamentos com capacidade de comunicação capazes de capturar eventos físicos ou químicos (sensores), ou capacitados para responder a comandos recebidos das aplicações (atuadores). Alguns destes dispositivos terão capacidades de comunicação limitadas e, por esse motivo, é comum a existência de *gateways* na rede M2M, que funcionam como *proxies* entre dispositivos, ligados através de redes de sensores às redes de comunicações, com ou sem fios, permitindo a troca de informações entre dispositivos e aplicações remotas. As aplicações executam a lógica de serviço, criando mais valias para utilizadores ou máquinas. A informação sensorial é capturada através de sensores, analisada e eventualmente relacionada com outras fontes de informação, dando origem a atuações no ambiente através de atuadores e, possivelmente, gerando outras ações

fora do âmbito das comunicações máquina-a-máquina. Nas arquiteturas de M2M mais recentes, surge também na topologia de rede, a Plataforma M2M do *service provider*, que efetua a mediação de dados, permitindo o acesso das aplicações aos sensores para leitura de informação sensorial e, aos atuadores, para execução de comandos. A plataforma é assim responsável pelo encaminhamento da informação entre aplicações e dispositivos, de forma segura e fiável.

A Figura 1 apresenta a visão geral do ecossistema associado às comunicações máquina-a-máquina. A normalização das comunicações máquina-a-máquina é essencial para eliminar as dependências criadas pelas diferentes verticais, assegurando a interoperabilidade entre os vários domínios. A especificação de uma nova arquitetura, transversal aos diferentes setores de atividade, é assim essencial para potenciar a criação de novos negócios, sem dependências entre aplicações e dispositivos.

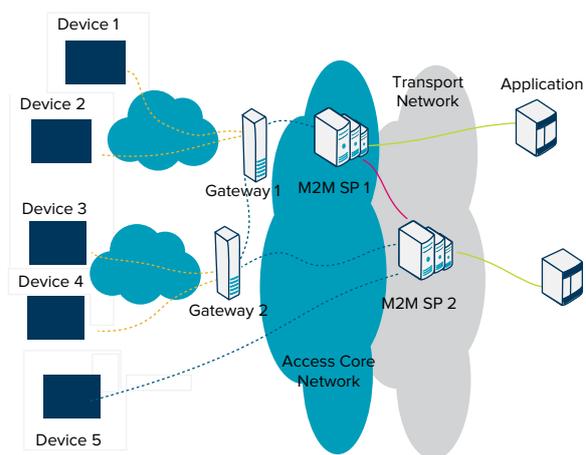


Figura 1 - Visão geral do ecossistema M2M

O TC M2M do ETSI especificou em [3] a segunda *release* da arquitetura M2M, tendo adotado um modelo RESTful, onde a informação M2M é representada por recursos estruturados numa árvore hierárquica. A norma do ETSI especifica, em detalhe, os procedimentos para a gestão desses recursos, possibilitando uma troca de dados transparente entre aplicações e dispositivos.

A Figura 2 apresenta a especificação ETSI para as comunicações M2M. A arquitetura considera a existência de dois domínios distintos - o Domínio dos Dispositivos e Gateways e o Domínio de Rede.

O Domínio de Rede engloba as Aplicações M2M, que correm a lógica de serviço, criando mais valias para utilizadores ou máquinas. As Capacidades de Serviço M2M fazem também parte deste domínio, disponibilizando um conjunto de funções às mais diversas aplicações, como por exemplo a subscrição a determinados even-

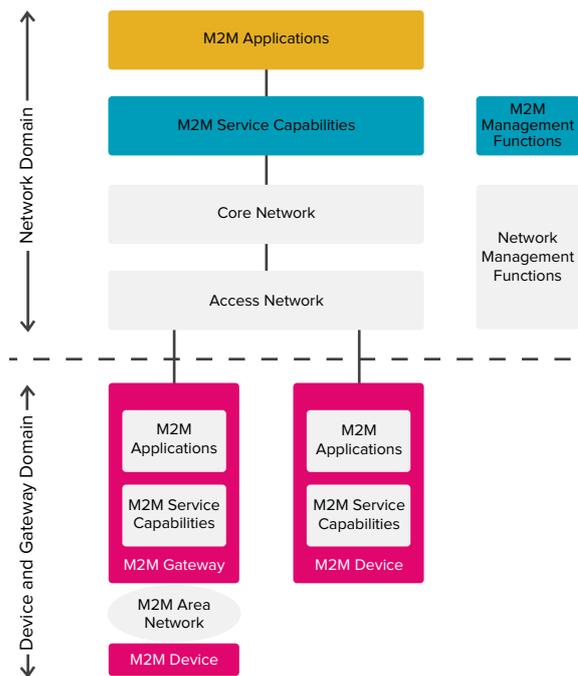


Figura 2 - Arquitetura de alto nível ETSI M2M

tos ou o acesso seguro à informação sensorial, que são expostas através de interfaces bem definidas baseadas em REST. O Domínio de Rede engloba também a Rede Core que tem como tarefa assegurar a conectividade IP, garantindo todo o controlo de rede. Já a rede de acesso assegura a comunicação dos dispositivos com a Rede Core através de redes xDSL, GERAN, UTRAN, eUTRAN, W-LAN, WiMAX, entre outras.

Numa ótica mais transversal, estão também presentes neste domínio as Funções de Gestão de Rede, que englobam todas as funcionalidades necessárias ao controlo das redes, e, por fim, as Funções de Gestão M2M que abrangem todas as funcionalidades requeridas para efetuar a gestão das aplicações e das Capacidades de Serviço M2M.

O Domínio dos Dispositivos e Gateways comporta os Dispositivos M2M que correm aplicações M2M, suportando-se nas funcionalidades disponibilizadas pelas Capacidades de Serviço M2M. Estes dispositivos podem ser sensores - permitindo efetuar leituras de elementos físicos - ou atuadores - capazes de executarem comandos de acordo com as instruções recebidas. Este domínio engloba ainda as Gateways M2M que usam as Capacidades de Serviço M2M para assegurarem a interligação dos dispositivos ao Domínio de Rede. Podem ainda conter lógica própria, correndo processos autónomos baseados na recolha e no tratamento de um conjunto variado de informação. Por fim, no Domínio dos Dispositivos e Gateways, existe ainda a Área de Rede M2M que garante a ligação entre os diferentes dispositivos e as gateways, usando tecnologias típicas

Tendo em consideração que o NSCL é um componente estratégico na área do M2M, representando a base da primeira abordagem *end-to-end* da normalização neste domínio, a PT Inovação iniciou o desenvolvimento de uma implementação própria em 2013 no âmbito do projeto de IDI Apollo.

A Figura 4 apresenta um diagrama da arquitetura lógica de alto nível da implementação NSCL da PT Inovação. A solução organiza-se segundo um modelo N-tier, de 3 camadas inspirado em *Domain Driven Design*: modelo de entidades, camada de serviço e interfaces protocolares.

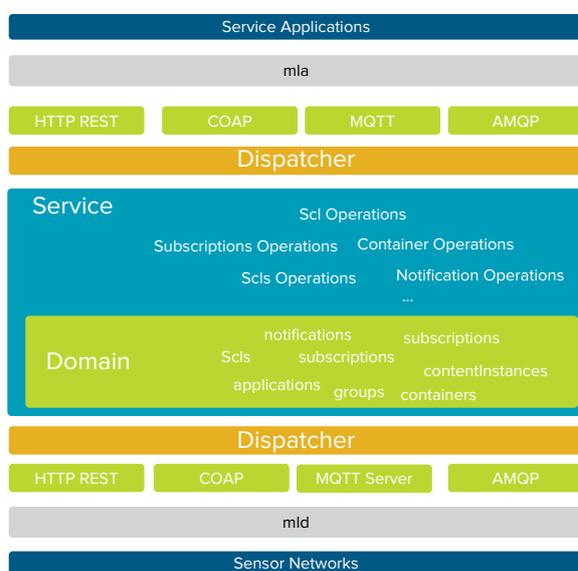


Figura 4 - Arquitetura da implementação NSCL da PT Inovação

O atual estado de desenvolvimento funcional da implementação NSCL da PT Inovação contempla já uma série de funcionalidades que cumprem os objetivos de expor e atuar sobre uma rede sensorial, nomeadamente:

- SCL que modela as redes de dispositivos e *Gateways*;
- APIs REST que expõem as interfaces de referência mIa e mId, comportando o protocolo HTTP para fácil interação e universalidade, e o protocolo COAP para ambientes mais limitados em processamento;
- Suporte de TLS-PSK para segurança e privacidade, onde a identidade dos intervenientes da comunicação é sempre assegurada;
- Auto registo das redes de dispositivos no NSCL, proporcionando assim características *plug and play*;

- Registo e gestão de Aplicações de rede consumidoras do NSCL;
- Gestão de autorizações e permissões nos acessos aos diferentes recursos das redes sensoriais;
- Modelos de comunicação síncrona pedido/resposta e assíncrona via notificação/subscrição, auto descoberta de *resource*;
- Pesquisa de recursos que permitem alimentar um motor de pesquisa M2M.

No que respeita a tecnologias, a implementação NSCL da PT Inovação tem como linguagem de programação o Java (*runs everywhere*). O MongoDB com os *materialized paths pattern* foi a solução escolhida para representar e aceder - rapidamente nas escritas e leituras e em massa - à árvore de *resources* do NSCL. A API REST faz uso da *framework rest-easy* [8], *Jax-rs compliant*, com *marshaling* automático. Para lidar com concorrência, a *framework Akka* [9] foi inspirada nos 9 naves do Erlang. A *framework http* usada é o *jetty embedded* recorrendo à biblioteca protocolar COAP Californium [10]. Numa visão NSCL-as-a-Service, o TCP Load Balancer HAProxy SSL SNI permite *routing*, *load balancing*, *high availability* e isolamento dos processos instanciados a correr no *cluster* de máquinas NSCL.

O uso das tecnologias, técnicas e padrões descritos, diferencia esta solução de outras implementações, nomeadamente a OM2M, na medida em que é uma solução horizontal e verticalmente escalável, absolutamente necessária para dar resposta aos grandes desafios M2M. A instanciação automatizada de processos parametrizáveis com configuração por cliente confere-lhe elasticidade *on demand*, ideal para soluções PAAS e rápidos *deploys*. O modelo de dados com *Replica Set* e *Shard Set* confere a segurança e a distribuição geográfica inteligente, permitindo a otimização de recursos e aumento de *performance*. O uso de tecnologias *state-of-the-art*, com provas dadas em diversas áreas, confere-lhe a atualidade necessária para dar resposta a longo prazo e garantias de futuro.

5. Casos de uso em projetos de IDI

A implementação PT Inovação do NSCL, atualmente em fase de desenvolvimento e com um nível de maturidade já significativo, é um componente infraestrutural em diversos projetos de IDI no domínio do M2M e IoT nos quais a empresa participa ou participou, nomeadamente os projetos Apollo, Besos e CarCoDe.

5.1. Apollo

O projeto Apollo, cofinanciando no âmbito do QREN, teve por objetivo o desenvolvimento de uma base tec-

nológica avançada com a capacidade de disponibilizar serviços para a construção de uma nova geração de aplicações M2M (*Smart Services M2M*). Este projeto contou com a participação do Instituto de Telecomunicações de Aveiro, sendo liderado pela PT Inovação. Dada a multiplicidade de áreas de atuação possíveis no contexto das comunicações M2M, foi decidido, no âmbito do projeto, a execução de um piloto em áreas distintas como forma de consolidar o conhecimento gerado e, simultaneamente, demonstrar a versatilidade e o vasto âmbito de aplicabilidade da base tecnológica desenvolvida. É neste contexto que foram selecionados e implementados dois serviços avançados de M2M em áreas de atividade distintas: “Agricultura Inteligente” (*Smart Agriculture*) e “Cidades Inteligentes” (*Smart Cities*).

Deste projeto resultou o desenho e a implementação de uma arquitetura modular com vários componentes (ilustrado na Figura 5), com destaque para o NSCL. Nessa base tecnológica foram incluídas funcionalidades de *Application Enablement*, focadas no suporte a aplicações M2M e na gestão do seu ciclo de vida, assim como funcionalidades de Gestão de Conectividade M2M.

Na arquitetura desenhada no âmbito do projeto existem quatro componentes principais: o NSCL, a camada de *Enablers* de Serviço e/ou Aplicações de Rede, a camada de exposição de serviços (APIs) para aplicações e

os *Connectors*. A camada intermédia de *Enablers* de Serviço e/ou Aplicações de Rede fornece os serviços que permitem aceder e processar os dados disponibilizados pelos dispositivos M2M através do NSCL, bem como serviços para a gestão de clientes, aplicações e respetivos utilizadores. O *Service Exposure Layer* fornece serviços a aplicações através de uma interface uniformizada e simplificada com APIs REST. Finalmente, os *Connectors* permitem a integração com sistemas de OSS/BSS do operador de telecomunicações que explora a plataforma M2M.

5.2. Besos

As cidades do futuro terão de lidar com todas as infraestruturas e serviços herdados dos dias de hoje, uma vez que não será economicamente viável e humanamente possível a sua completa substituição de uma forma imediata. Este cenário é particularmente verdadeiro no setor da energia, onde sistemas de gestão de energia (EMS - *Energy Management Systems*) controlam o seu grupo específico de equipamentos, como por exemplo a iluminação pública, apresentando tipicamente um controlo dinâmico muito limitado e uma capacidade reduzida de disponibilização de informação relacionada com a gestão energética.

O projeto FP7 BESOS - *Building Energy decision Sup-*

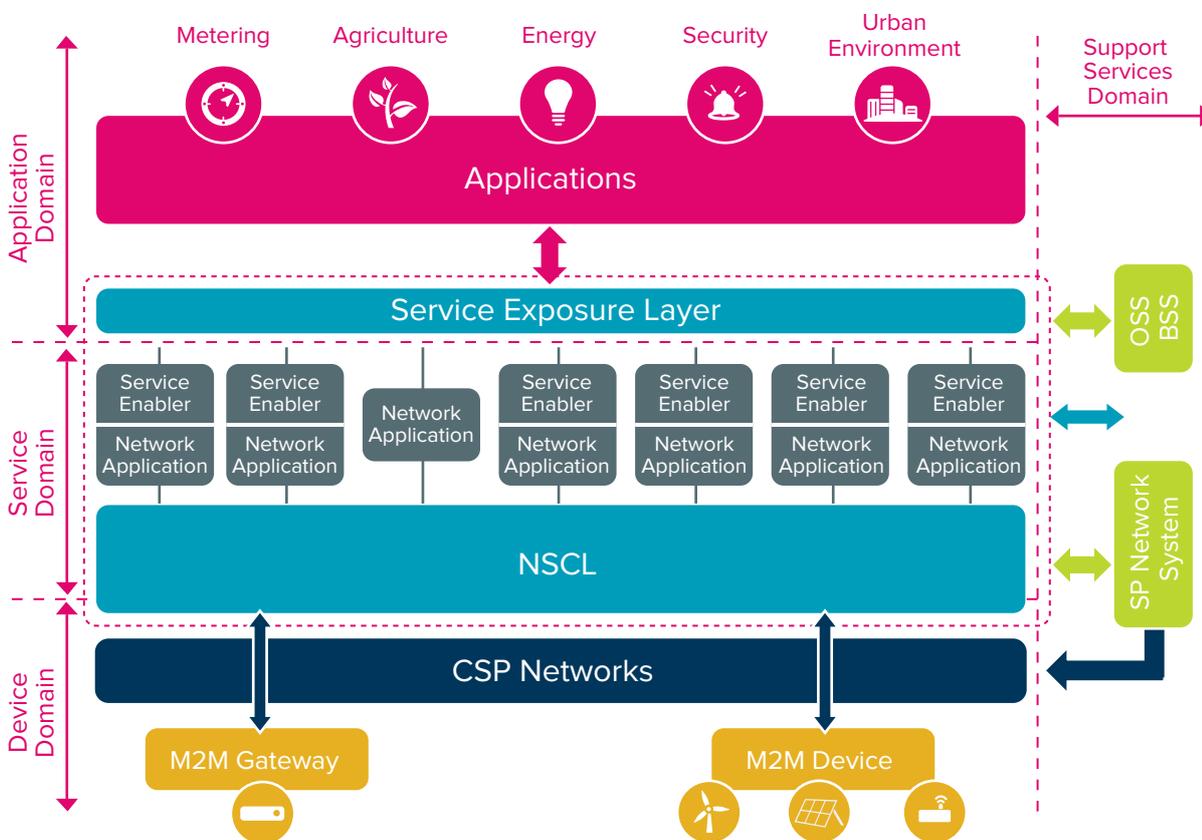


Figura 5 - NSCL @ Apollo

port systems for Smart cities – surge neste contexto e prevê o desenvolvimento de um sistema avançado de gestão de energia que potencie a eficiência energética nas cidades inteligentes, a partir de uma perspetiva holística. Nesse sentido, pretende-se disponibilizar a informação e os serviços disponibilizados pelos diferentes EMS a um ecossistema de aplicações, através de uma plataforma de gestão de energia, potenciando assim a criação de novos negócios relacionados com a sustentabilidade das cidades do futuro.

Neste cenário, e tal como apresentado na Figura 6, o NSCL servirá de interface entre os diferentes dispositivos instalados nas redes elétricas e a plataforma de gestão de energia.

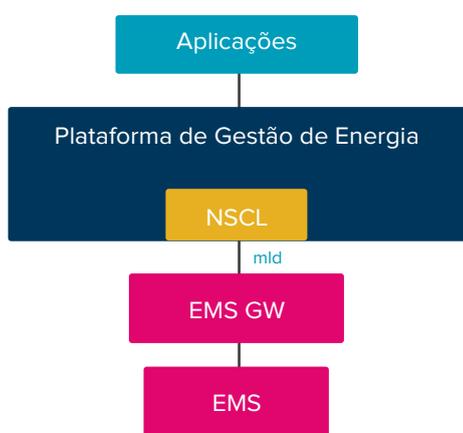


Figura 6 - NSCL @ Besos

5.3. CarCoDe

O mundo automóvel tem vindo a evoluir constantemente, mas a atual revolução das comunicações máquina-a-

máquina potencia a criação de novos cenários, distantes dos casos de uso mais tradicionais. Os carros, hoje em dia, contêm sistemas com elevadas capacidades de processamento, e o acesso à Internet através das redes do operador começa já a surgir nos modelos mais recentes. Para além disso, a maioria dos fabricantes disponibiliza interfaces normalizadas para acesso à informação sensorial, permitindo assim uma panóplia de novos serviços e potenciando um uso mais inteligente do automóvel nas sociedades do futuro.

O projeto CarCoDe (financiado pelo QREN) tem dois grandes objetivos: em primeiro lugar, o projeto pretende desenhar e desenvolver uma plataforma M2M que faça a mediação de dados entre os sensores existentes no veículo e as aplicações M2M, através de interfaces públicas, potenciando assim a criação de um ecossistema relacionado com o mundo automóvel; o segundo grande objetivo passa pelo desenvolvimento de novas aplicações que utilizem a informação sensorial existente no veículo, recolhida através da plataforma do CarCoDe, para facilitar a condução e aumentar os níveis de segurança. Os casos de uso escolhidos para implementação englobam o estacionamento inteligente, através de uma aplicação que encaixa os condutores até parques de estacionamentos com lugares livres, tendo em conta para a seleção, o perfil do condutor. Neste cenário, a informação dos lugares livres em cada parque é publicada no NSCL e disponibilizada para o sistema inteligente de estacionamento. Este cenário encontra-se detalhado na Figura 7. O outro caso de uso potencia a execução do diagnóstico remoto e em tempo real do automóvel, baseado na informação sensorial disponibilizada pelo veículo e publicada no NSCL, de forma a diminuir o risco de avarias e de acidentes devido a problemas existentes no carro. A aplicação faz a monitorização à distância, acedendo aos dados sensoriais de cada car-

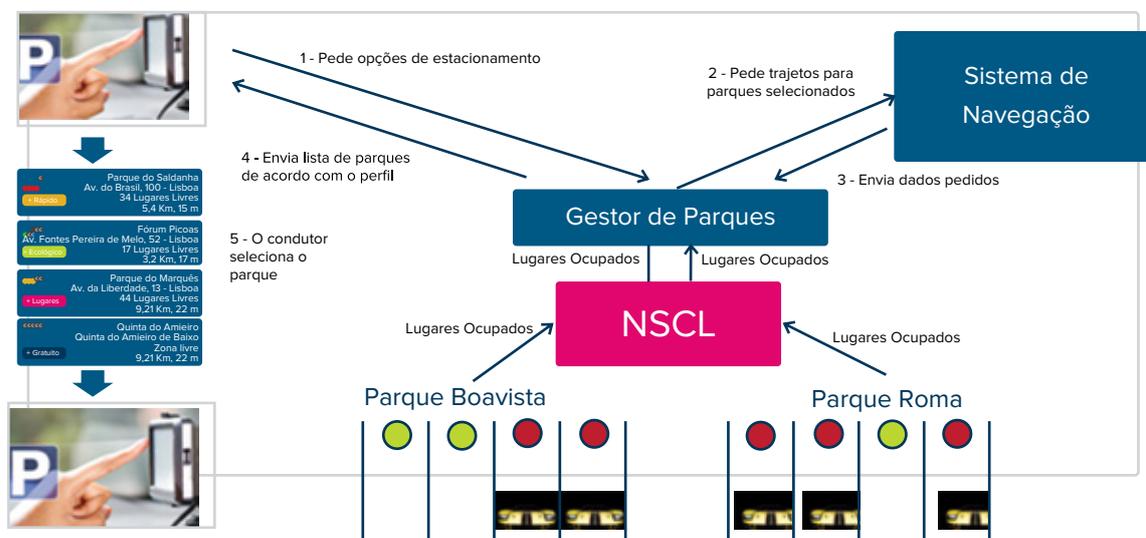


Figura 7 - NSCL @ CarCoDe

ro através do NSCL, disponibilizando assim conselhos úteis aos condutores sobre o estado dos seus veículos.

6. Vantagens para o negócio

O NSCL estabelece um *backbone* normalizado de integração seguindo um modelo de arquitetura RESTful, que constitui um componente infraestrutural base no ecossistema do operador para ligação transparente de redes de dispositivos e para a disponibilização de serviços M2M às aplicações, através de interfaces *standard*. Esta camada constitui a base normativa para a criação de um verdadeiro mercado M2M, onde o CSP pode ocupar um papel mais abrangente do que o de simples *bit pipe*.

Desta forma, o NSCL constitui uma primeira base sólida, suportada na normalização, para que os operadores de telecomunicações possam penetrar de uma forma mais profunda na cadeia de valor do negócio do M2M.

7. Considerações finais

Os desafios no M2M/IoT apenas têm paralelo com a dimensão das oportunidades que o setor irá permitir. A necessidade de soluções convergentes, potenciadoras de criação de valor e de novas lógicas de negócio, alicerçadas num “Operador M2M” são já hoje uma necessidade e fator diferenciador num mercado altamente competitivo que ainda procura a consolidação “da arquitetura” de referência. É perante este ecossistema, onde a diversidade de setores, aplicações e negócios prolifera, que um componente normalizado permitirá que as soluções possam convergir, possibilitando a criação de aplicações inovadoras e tirando partido de diferentes tipos de fontes de informação. Este será um *enabler* da criação do “Operador M2M” e é neste sentido que o trabalho tem vindo a ser realizado pela PT Inovação. O desenvolvimento do NSCL é extremamente crítico no contexto atual, já que permitirá ao Grupo PT garantir a presença na cadeia de valor do M2M/IoT de amanhã.

Referências

- [1] eCall - <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/ecall-time-saved-lives-saved>
- [2] ETSI - www.etsi.org
- [3] ETSI TS 102 690 V2.11 (2013-10) Machine-to-Machine communications (M2M); Functional architecture - www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102600.../02.../ts_102690v020101p.pdf
- [4] OneM2M - www.onem2m.org/
- [5] OM2M – www.eclipse.org/om2m/
- [6] OpenMTC - http://www.open-mtc.org/openmtc_platform/architecture/index.html
- [7] InterDigital IoT - <http://www.interdigital.com/iot>
- [8] Rest Easy - resteasy.jboss.org
- [9] Akka - akka.io
- [10] Californium - eclipse.org/proposals/technology/californium/

MOTION CAPTURE: APLICAÇÕES E-HEALTH E WELLBEING



Fausto de Carvalho
(PT Inovação)



Verónica Orvalho
(FCUP/IT)



Leonel Morgado
(INESC TEC/
Universidade Aberta)

RESUMO

Este artigo apresenta resultados de dois projetos enquadrados no Plano de Inovação 2013-2014: Move4Health, com o Instituto de Telecomunicações e Online-Gym, com o INESC TEC. Ainda que em cenários e abordagens distintas, ambos exploram o recurso a deteção de movimento (*motion capture*) em tempo real e sem recurso a marcadores (*realtime markerless mocap*), para explorar a oportunidade de introdução de novas aplicações e serviços de *eHealth* e *well being* particularmente vocacionados para o segmento senior e para o envelhecimento ativo.

PALAVRAS-CHAVE

Motion Capture, Exergames, eHealth, Wellbeing, Kinect, Unity, Open Simulator, Second Life, Rinions, Serious Game, Gamification, Active Aging

E

1. Introdução

Estudos recentes evidenciam que a prática de exercício e atividade física, são benéficos no quadro do declínio físico e cerebral devido ao envelhecimento, com efeitos positivos em termos de mobilidade e também ao nível mental e cognitivo. A utilização de jogos de vídeo e em particular os denominados *exergames*, popularizados pelas consolas Xbox, Wii e PlayStation, incentivando à prática de atividade física, tem vindo assim a ganhar maior expressão e relevância no contexto da saúde e bem-estar dos idosos.

Este artigo apresenta resultados de dois projetos enquadrados no Plano de Inovação 2013-2014: Move4Health, com o Instituto de Telecomunicações, envolvendo investigadores da FCUP e do IPP; e Online-Gym, com o INESC-TEC e participação de investigadores da UTAD e da Universidade Aberta.

O projeto Move4Health criou um protótipo de *serious game* endereçando a avaliação e o desenvolvimento das capacidades motoras (motricidade ampla, ou seja, grandes movimentos), combinando realidade virtual e *mocap* (*motion capture*, captura de movimento) em tempo real, sem recurso a marcadores. A equipa multidisciplinar colocou particular ênfase na validação terapêutica do recurso a um sensor de movimentos de baixo custo, Microsoft Kinect, incluindo avaliação comparativa com sistema profissional Organic Motion.

O projeto Online-Gym recorreu igualmente ao periférico Kinect, mas numa lógica de ginásio multiutilizador num espaço virtual partilhado, sendo os *avatares* controlados diretamente por deteção do movimento dos utilizadores, em tempo real e sem recurso a marcadores (*real time markerless mocap*). O protótipo de serviço criado, que funciona em ambientes Open Simulator e Second Life, explora a possibilidade de reunir idosos com mobilidade reduzida ou geograficamente dispersos, criando um ambiente imersivo de aula de ginástica coletiva e sincronizada.

Ambos os projetos conduziram múltiplas sessões de testes com utilizadores reais, para melhor aferir a validade dos resultados e sustentar as conclusões obtidas.

2. Enquadramento e motivação

A diminuição da força, potência muscular e resistência física que acontece inevitavelmente com o envelhecimento, diminui a capacidade funcional e reduz a

qualidade de vida. Assim, o estado de saúde e as capacidades físicas sofrem uma sucessiva degradação. Este declínio e a conseqüente perda gradual podem ser classificados segundo três categorias: física, social e psicológica. Na perspetiva “física”, a diminuição da coordenação motora, marcha e equilíbrio pode afetar significativamente a capacidade dos mais idosos para executar tarefas e atividades diárias e manter a sua autonomia e independência. Na categoria “social”, a perda de capacidades motoras e conseqüente aumento da dependência podem agravar um quadro de isolamento social potencialmente já existente devido às situações associadas à redução de atividade profissional e reforma, conduzindo a uma diminuição da participação em atividades sociais. Do ponto de vista “psicológico”, a consciência de se tornar um fardo para a família e a incapacidade de corresponder às próprias expectativas de vida, podem afetar negativamente a auto-estima dos mais idosos.

Evidências recentes mostram que o exercício e a atividade física retardam o declínio do corpo e da mente devido ao envelhecimento, em última análise melhorando a função motora e a função física global, bem como a saúde mental e a capacidade cognitiva. Em particular, jogos de vídeo terapêuticos e *exergames* que estimulam a atividade física, por exemplo com as consolas de videojogos Wii, XBOX e PlayStation, têm desempenhado um papel importante na motivação dos idosos para se envolverem na prática de exercício físico.

3. Move4Health

O projeto Move4Health foi proposto e desenvolvido ao longo de um ano pelo Porto Interactive Center (PIC, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto) e Instituto Politécnico do Porto (IPP), através do Instituto de Telecomunicações (IT), em parceria e com financiamento da PT Inovação, enquadrado pelo Plano de Inovação 2013-2014.

O projeto Move4Health endereça a utilização de ferramentas terapêuticas de aprendizagem para melhoria da função motora e controlo corporal dos idosos, demonstrando que é possível aplicar uma abordagem pioneira de *serious game* para avaliação e terapia da motricidade, combinando realidade virtual e deteção de movimento em tempo real sem recurso a marcadores.

O projeto pretendeu ainda explorar as limitações do corpo e articulações, melhorar o equilíbrio e o autocuidado, promover a socialização e a participação,

assim como validar a utilização de equipamento de baixo custo, nomeadamente Microsoft Kinect.

O protótipo foi concebido com o objetivo de permitir a sua utilização em casa, na sala de estar, sendo o jogo mostrado na televisão. O dispositivo Kinect, ligado diretamente a um computador pessoal, está dotado de um conjunto de sensores para capturar os movimentos corporais do jogador, que são mapeados em tempo real, diretamente na representação virtual do jogador, i.e. o seu *avatar* (Figura 1). Os cenários foram criados em torno das vindimas e da produção tradicional de vinho, um aspeto da cultura portuguesa usado como fator adicional de motivação para jogar o *exergame* Move4Health.



Figura 1 - Protótipo Move4Health

A Figura 2 ilustra os vários modos de jogo e a sua evolução progressiva para exercitar diferentes partes do cor-



Figura 2 - Modos de jogo Move4Health

po: equilíbrio corporal superior – colheita dos cachos de uvas; equilíbrio dinâmico de ancas e pélvis – transporte dos cestos; e equilíbrio corporal inferior – pisar as uvas. Foi ainda incluído um modo de autoavaliação que permite avaliar o estado e progresso relativo a articulações específicas.

O protótipo foi desenvolvido na plataforma Unity, um motor de jogos que proporciona um conjunto sólido de ferramentas de criação de conteúdos e que pode ser facilmente estendido através de módulos externos, permitindo o *deployment* numa vasta gama de dispositivos incluindo Windows, Mac OS, iOS e Web, sem alterar o código de base. A versão final do protótipo é uma aplicação *standalone* que pode correr em qualquer computador Windows (XP ou mais recente).

Para avaliar objetivamente se o dispositivo Kinect pode ser usado com rigor e fiabilidade como ferramenta de autodiagnóstico, foram efetuados testes comparativos de desempenho e precisão, envolvendo o sistema de *motion capture* profissional Organic Motion Biostage. Concluiu-se que, para a maioria dos movimentos corporais testados, o Microsoft Kinect pode ser usado como uma ferramenta de baixo custo suficientemente fiável para autoavaliação. É particularmente adequado para reconhecimento de gestos, tornando possível a interação natural em mundos virtuais através de movimentos de corpo inteiro. Foram identificados quais os movimentos em que o Kinect não é suficientemente preciso como ferramenta de avaliação terapêutica. Os resultados deste estudo foram submetidos para publicação (março 2014) e podem ser utilizados como base de investigação para o desenvolvimento de tecnologia de interação usando dispositivos de captura de movimento que necessite de uma ferramenta doméstica a preço razoável, com um bom nível de precisão e fiabilidade.

Durante o projeto foram conduzidos estudos experimentais baseados em sucessivas versões do protótipo, envolvendo 25 idosos de 3 instituições distintas (2 centros de dia e 1 lar), todos com um mínimo de 65 anos de idade e sem historial de problemas neurológicos ou ortopédicos, condições que poderiam afetar as suas capacidades físicas ou cognitivas.

Para além de entrevistas com questões abertas, foram usados os seguintes protocolos:

- *Modified Baecke Questionnaire* versão portuguesa que avalia a atividade física em três áreas – atividades domésticas, desporto e lazer;
- *Senior Fitness Test* que mede os parâmetros físicos em que assenta a mobilidade funcional e a capacidade de executar tarefas funcionais diárias (e.g. deslocar-se, alcançar algo, erguer-se de uma cadeira, subir escadas, etc.);
- *Balance and Center of Mass*, cuja placa de pres-

são permite avaliar o equilíbrio, a progressão do centro de massa (COM) e a intensidade das forças de reação vertical (GRF);

- *Timed up and Go Test* usado para medir mobilidade funcional básica, espelhando o equilíbrio dinâmico do corpo e a força muscular;
- WHOQoL *brief* versão portuguesa (Vaz Serra et al., 2006) que é utilizado para avaliar a qualidade de vida.

A versão final do protótipo foi testada por um grupo que jogou Move4Health duas vezes por semana, em sessões de 20 minutos, entre março e maio de 2014, tendo decorrido entrevistas para compreender a percepção dos idosos e o nível de satisfação com o resultado final do projeto.

4. Online-Gym

O conceito Online-Gym ganhou forma a partir de uma ideia PT Inovação que emergiu de trabalhos anteriores no contexto do Plano de Inovação (PTinWorld, HelpMI, Multis, Multis II), tendo o INESC TEC (com investigadores da UTAD e da Universidade Aberta) aceiteado o desafio, propondo e desenvolvendo o projeto em parceria e com financiamento da PT Inovação, no contexto do Plano de Inovação 2013-2014.

A ampla disponibilidade de acesso à Internet em banda larga possibilita o aparecimento de novos serviços cooperativos *online* para interação social e jogos. Em paralelo, e tal como referido acima, tem vindo a ser demonstrado que as plataformas tecnológicas para desenvolver a atividade física podem promover o bem-estar físico e mental dos idosos e a possibilidade de realizar atividade física *online* em grupo, com inclusão de especialistas como monitores, formadores e/ou treinadores. É assim fornecido um nível adequado de aconselhamento profissional, contribuindo para um maior envolvimento das populações. O Online-Gym propõe a dinamização da área da ginástica *online* em grupo, endereçando em particular as pessoas mais idosas ou com limitações à sua deslocação, tirando partido da disponibilidade, a baixo custo, de dispositivos de captura de movimento tais como o Microsoft Kinect. Nesse sentido, o projeto prototipou um ginásio *online*, que corresponde a um espaço virtual tridimensional onde vários utilizadores fisicamente distantes podem realizar, em conjunto, atividades de ginástica em grupo orientados por um monitor/treinador [5].

Este serviço baseia-se na tecnologia de mundos virtuais OpenSimulator/Second Life, sendo cada utilizador representado pelo seu *avatar* e a respetiva animação, resultante diretamente da captura de movimento efetuada localmente por cada um dos Kinect. A correspondente informação é difundida pelo sistema de forma a conse-

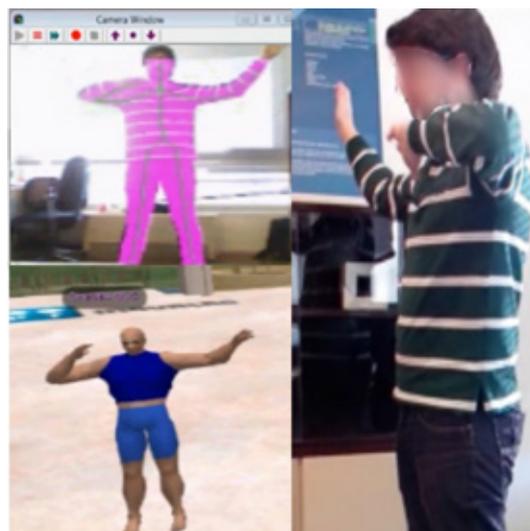


Figura 3 - Captura de movimento

guir a visualização simultânea e sincronizada (Figura 3).

Uma vez que tal funcionalidade não existe nativamente em nenhum dos mundos virtuais 3D disponíveis, numa primeira fase foi investigado o estado da arte relativo a *puppeteering* (controlo anímico direto) de *avatars* através da captura de movimento com Kinect, tendo sido explorados três projetos [6]:

- RINIONS, “*Real Time Input from NI/NUI and Output to the Network and Shared Memory System*”, do laboratório de Redes e Sistemas da Universidade de Tóquio;
- FFAST, “*Flexible Action and Articulation Skeleton Toolkit*”, do Institute for Creative Technologies da University of Southern California;
- NUILIB, “*Natural User Interface Library*”.

Face aos resultados experimentais, optou-se por basear os desenvolvimentos Online-Gym em RINIONS. Trata-se de um pacote de *software* anteriormente denominado SLKinect2, disponível em código fonte aberto não documentado, que permite transferir os movimentos realizados pelo utilizador usando Kinect, para um *viewer* de mundos virtuais Second Life/OpenSimulator, permitindo igualmente propagá-los para *viewers* remotos, mas sem funcionalidades de sincronização de movimento entre utilizadores. Baseia-se na utilização de um cliente que captura os movimentos via Kinect e um servidor que os difunde entre utilizadores; a integração é efetuada através de comunicação direta com uma versão modificada de *viewer* Second Life/OpenSimulator (Figura 4).

Nestas plataformas, as poses e as animações – i.e. seqüências de poses - são definidas no formato BVH (*Bio-Vision Hierarchical data*) que representa os *offsets* XYZ de cada segmento de um esqueleto hierárquico com 23 articulações. A alteração introduzida pelo RINIONS no *viewer* de Second Life/OpenSimulator consiste na

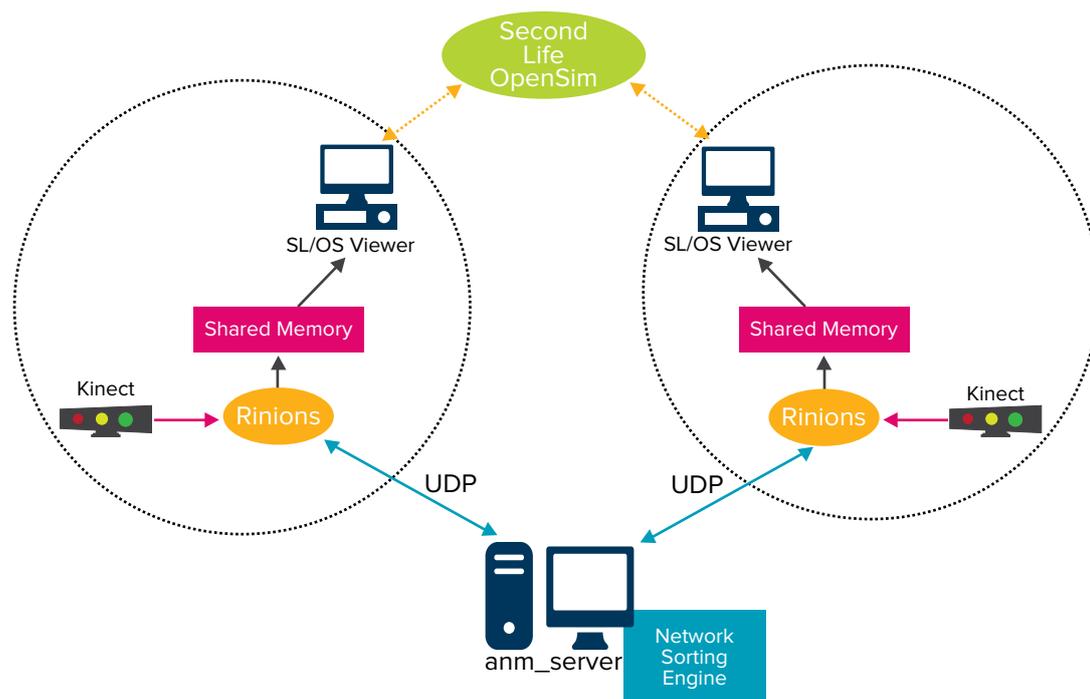


Figura 4 - Arquitetura Online-Gym

criação de uma zona de memória partilhada através da qual uma determinada pose estática é continuamente modificada a partir do *stream* de dados difundidos pelo servidor, de forma a mostrar, no *avatar*, o movimento do utilizador capturado com o Kinect.

Em estreita articulação com os investigadores do Laboratório de Redes e Sistemas da Universidade de Tóquio, a equipa do projeto Online-Gym portou o código da aplicação RINIONS cliente para Windows 8 e introduziu-lhe alterações para a inclusão de marcas de tempo e adaptação às condições de conectividade, que refletem a variação da latência entre os clientes e o servidor de animações. Do lado do servidor Linux foi incluída lógica de interpretação das marcas de tempo e subsequente gestão de distribuição dos pacotes relativos aos movimentos capturados, por forma a otimizar a sincronização entre os múltiplos utilizadores em sessão [7].

Em termos de testes, é de destacar a sessão final em que um professor de ginástica orientou uma turma de 4 idosos localizados em Ansião, Aveiro, Vila Real e Bragança. Sendo uma amostra reduzida que não permite inferir generalizações, pretendeu-se ainda assim compreender a perceção que os utilizadores têm deste tipo de cenários, qual o nível de motivação e grau de satisfação alcançado com a utilização da plataforma, avaliar questões em torno da imersividade, bem como perceber aspectos de usabilidade e identificar potenciais problemas. A sessão de ginástica Online-Gym foi complementada por uma audioconferência Skype em simultâneo, tendo os resultados sido capturados atra-

vés de inquéritos, fotografias e vídeo, bem como pelas notas pessoais dos investigadores ligados ao projeto que apoiaram presencialmente cada um dos utilizadores.

5. Conclusões

Os projetos Move4Health e Online-Gym alcançaram resultados extremamente encorajadores do ponto de vista técnico, demonstrando que a captura de movimento em tempo real sem recurso a marcadores é já uma componente perfeitamente dominada para inclusão em soluções de *eHealth* e *wellbeing* ou afins. Em particular, é de elevada importância a validação da utilização de dispositivos Microsoft Kinect para situações de autoavaliação e fisioterapia, porque alarga a possibilidade de criação de serviços *eHealth* disponibilizados às populações em geral, ou a indivíduos com necessidades especiais em contexto residencial. Os aspetos de *serious game* e socialização explorados são igualmente importantes, quando a sociedade se vai confrontando mais e mais com a necessidade de encontrar respostas de *wellbeing* ao nível do denominado *active aging* (envelhecimento ativo).

As sessões de testes e entrevistas conduzidas permitiram obter indicações preciosas, nomeadamente ao nível de requisitos e restrições a levar em conta no desenho e desenvolvimento das soluções, com destaque para os cruciais aspetos de interação e interface. Verificou-se que a interação natural através da captura de movimento facilitou a imersão nos cenários virtuais e

motivou uma fácil identificação com o *avatar*.

Registou-se uma elevada adesão da maioria dos participantes, que se envolveram na descoberta das atividades propostas com evidente prazer. No caso particular do Move4Health, a temática das vindimas foi um fator positivo para compreensão das tarefas a desenvolver, indiciando que uma lógica de *role playing* pode ser interessante: neste caso permitiu a inclusão de movimentos raramente usados no dia a dia, mas ainda assim facilmente executados. De notar ainda que a dificuldade crescente ao longo dos níveis do jogo constituiu um desafio, mas foi sentido progresso na posterior facilidade de execução dos movimentos.

Os resultados destes projetos foram apresentados em diversos artigos publicados em jornais científicos e conferências da especialidade, referidos na secção de Referências, sendo igualmente de registar a elevada notoriedade alcançada nas várias sessões públicas e demonstrações Move4Health e Online-Gym.

Estes projetos mostraram que a interação natural atra-

vés de *Motion Capture* é inequivocamente uma das áreas em que se vai registar evolução significativa ao longo dos próximos anos, abrindo novas oportunidades para aplicações e serviços de *eHealth* e *wellbeing* de elevado potencial.

6. Equipas de projeto

Para além dos coautores deste artigo, que lideraram os projetos, estiveram envolvidas equipas multidisciplinares cujo trabalho foi determinante para a obtenção destes resultados.

Move4Health: Verónica Orvalho, Hugo Pereira, Jorge Ribeiro, Hossein Miri, Rui d'Orey, Tamara Meiras e Xenxo Alvarez (PIC), Maria João Trigueiro e António Marques (IPP), Fausto de Carvalho (PT Inovação).

Online-Gym: Leonel Morgado (Universidade Aberta), Fernando Cassola Marques e Filipe Carvalho (INESC TEC), Hugo Paredes, Benjamim Fonseca, Paulo Martins, Sílvia Ala e Francisco Cardoso (UTAD), Fausto de Carvalho (PT Inovação).

Referências

- [1] Ferreira, Teresa; Lima, Dina; Trigueiro, Maria João; Marques António (2012). A Utilidade de um Sistema de Captura do Movimento na Prática Clínica da Terapia Ocupacional: Análise das Tarefas de Lançar e Receber. 7º Congresso Nacional de Terapia Ocupacional: Sociedade em Mudança – Novas Respostas, Outubro de 2012, Penafiel.
- [2] Orvalho, Verónica; Bastos, Pedro; Oliveira, Bruno; Alvarez, Xenxo (2012). A Facial Rigging Survey, Proceedings of the 33rd Annual Conference of the European Association for Computer Graphics – EUROGRAPHICS, Vol. 32, Pp. 10 – 32 | Cagliari, Italy | May 2012
- [3] Iseki, Fumi (2013). Network System Laboratory - Rinions [RINIONS] - xpwiki. <http://www.nsl.tuis.ac.jp/xoops/modules/xpwiki/?Rinions> (2014-08-04).
- [4] Paredes, Hugo ; Cassola, Fernando; Morgado, Leonel; de Carvalho, Fausto; Ala, Sílvia; Cardoso, Francisco; Fonseca, Benjamim; Martins, Paulo (2014). Exploring the Usage of 3D Virtual Worlds and Kinect Interaction in Exergames with Elderly. In Miesenberger, K.; Fels, D.; Archambault, D.; Penáz, P.; Zagler, W. (Eds.), "Computers Helping People with Special Needs", pp. 297-300, ISBN 978-3-319-08595-1. Cham: Springer International Publishing.
- [5] Cassola, Fernando; Morgado, Leonel; de Carvalho, Fausto; Paredes, Hugo; Fonseca, Benjamim; Martins, Paulo (2014). Online-Gym: A 3D Virtual Gymnasium Using Kinect Interaction, *Procedia Technology*, 13, 130-138.
- [6] Cassola, Fernando; Fonseca, Benjamim; Morgado, Leonel; Martins, Paulo; Paredes, Hugo; de Carvalho, Fausto (no prelo). Online Gym: um ginásio virtual 3D integrando a Kinect – análise comparativa de bibliotecas de suporte. Em publicação nas atas da conferência Videojogos 2013. Coimbra: Universidade de Coimbra.
- [7] Cassola, Fernando; Ala, Silvia; de Carvalho, Fausto; Paredes, Hugo; Fonseca, Benjamim; Martins, Paulo; Cardoso, Francisco; Morgado, Leonel (no prelo). Online-Gym: multiuser virtual gymnasium using RINIONS and multiple Kinect devices. Em publicação nas atas "2014 6th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games), Msida, Malta". Piscataway, NJ, EUA: IEEE.

- 3** **3GPP** *3rd Generation Partnership Project*
3GPP *Componente de Online Charging do*
OCS *O2CS Online Charging System*
- 5** **5G** *Fifth Generation*
5GPP *5th Public-Private Partnership Association*
- A** **AAA** *Authentication, Authorization, Accounting*
AC *Access Control*
ACM *Active Campaign Management*
AMQP *Advanced Message Queuing Protocol*
ANATEL *Agência Nacional de Telecomunicações*
ANDSF *Access Network Discovery and Selection Function*
ANG *Áreas Nova Geração*
ANQP *Access Network Query Protocol*
AP *Access Point*
API *Application Program Interface*
ARPU *Average Revenue per User*
ASM *Auto Scaling Manager*
AWG *Arrayed Waveguide Grating*
- B** **B2B** *Business-to-Business*
B2C *Business-to-Consumer*
BBU *BaseBand Unit*
BER *Bit Error Rate*
BI *Business Intelligence*
BO *Back Office*
BOB *Best-of-Breed*
- BOT** *Build, Operate & Transfer*
BRAS *Broadband Remote Access Server*
BRICS *Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul*
BS *Base Station*
BSC *Base Station Controller*
BSS *Business Support Systems*
BTS *Base Transceiver Station*
BU *Business Units*
- C** **CAC** *Call Admission Control*
CAP *Camel Application Part*
CAPEX *Capital Expenditure*
CATV *Cable Television*
CDN *Content Delivery Network*
CDRs *Call Detail Record's*
CE *Comissão Europeia*
CEM *Customer Experience Management*
CFS *Customer Facing Service*
CIP *Competitiveness and Innovation Framework Programme*
CM *Configuration Management*
CMU *Carnegie Mellon University*
CNR *Carrier to Noise Ratio*
CO *Central Office*
CoAP *Constrained Application Protocol*
COM *Customer Order Management*
CoMP *Coordinated MultiPoint*
CoT *Cloud of Things*
COTS *Commercial off-the-shelf*
CPE *Customer Premises Equipment*
CPRI *Common Public Radio Interface*
CPT *Campaign Performance Tracking*

CPU *Central Processing Unit*
CQM *Client Quality Management*
CQM *Customer Quality Management*
CRAN *Cloud Radio Access Network*
CRM *Customer Relationship Management*
CSE *Common Services Entity*
CSP *Communication Service Provider*

D **D2D** *Device to Device*
DART *Dynamic Actionable Recognition Technology*
DAS *Distributed Antenna System*
DB *Database*
DC *Data Center*
DHCP *Dynamic Host Configuration Protocol*
DR *Disaster Recover*
DVD *Digital Versatile Disk*
DW *Data Warehousing*
DWDM *Dense Wavelength Division Multiplexing*

E **E2E** *End to End*
EDFA *Erbium-Doped Fiber Amplifier*
eICIC *Enhanced Inter-Cell Interference Coordination*
EIM *Enterprise Integration Manager*
EJB *Enterprise JavaBeans*
EMEA *Europa, Médio Oriente e África*
EMQ *Echo Message Queue*
EMS *Element Management System*
EMS *Energy Management Systems*
eNB *Evolved NodeB*
EPC *Evolved Packet Core*
EPG *Electronic Program Guide*
ERP *Enterprise Resource Planning*
eTOM *Enhanced Telecom Operations Map*
ETP *European Technology Platform*
ETSI *European Telecommunications Standards Institute*
EU- *Evolved Universal Mobile*
TRAN *Telecommunications System Terrestrial*

EVP *Radio Access Network Ethernet Virtual Private*

F **FCUP** *Faculdade de Ciências da Universidade do Porto*
FEC *Forward Error Correction*
FO *Front Office*
FOA *First Office Application*
FP7 *7th Framework Programme for Research and Technological Development*
FSAN *Full Service Access Network*
FTTH *Fiber To The Home*
FTTx *Fiber To The x*

G **GEM** *Global Entrepreneurship Monitor*
GERAN *GSM EDGE Radio Access Network*
GPON *Gigabit Passive Optical Networks*
GPRS *General Packet Radio Service*
GUI *Graphical User Interface*

H **HA** *High Availability*
H2020 *EU Research and Innovation Programme*
HCI *Human Computer Interaction*
HD *High Definition*
HDFS *Hadoop Distributed File System*
HDTV *High Definition Television*
HGW *Home Gateway*
HTTP *Hypertext Transfer Protocol*

I **IaaS** *Infrastructure-as-a-Service*
IaaSM *IaaS Monitor*
IaaSP *IaaS Provision*
IAM *Identity Access Management*
ICT *Information and Communications Technologies*
IDI *Investigação, Desenvolvimento e Inovação*

IdP *Identity Provider*
IDU *Indoor Data Unit*
IETF *Internet Engineering Task Force*
IMS *IP Multimedia Subsystem*
IMT *International Mobile Telecommunications*
IN *Intelligent Network*
INAP *Intelligent Network Application Part*
INE *Instituto Nacional de Estatística*
INESC *Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores*
IoT *Internet of things*
IP *Internet Protocol*
IPN *Instituto Pedro Nunes*
IPP *Instituto Politécnico do Porto*
IPTV *Internet Protocol Television*
IPv6 *Internet Protocol version 6*
ISG *Industry Specification Group*
ISO *International Standard Organization*
ISP *In Side Plant*
IT *Instituto de Telecomunicações*
IVR *Interactive Voice Response*

J **JMS** *Java Message Service*
JPA *Java Persistence API*
JSON *JavaScript Object Notation*

K **KPI** *Key Performance Indicators*
KQI *Key Quality Indicators*

L **LAC** *Location Area Code*
LAN *Local Area Network*
LED *Light Emitting Diode*
LMA *Localized Mobility Anchor*
LNB *Low Noise Block downconverter*
LSA *Licensed Shared Access*
LSP *Label Switching Paths*
LTE *Long Term Evolution*

M **MU** *Multi-user*
M2M *Machine to Machine*
MAC *Media Access Control*
MAG *Mobile Access Gateway*
MANO *Management & Orchestration*
MBH *Mobile Backhaul*
MCU *Media Central Unit*
MEF *Metro Ethernet Forum*
MIB *Management Information Base*
MIMO *Multiple Input Multiple Output*
MNO *Mobile Network Operator*
MNVO *Mobile Virtual Network Operator*
MO *Management Objects*
MPLS *Multi-Protocol Label Switching*
MQTT *Message Queuing Telemetry Transport*
MVNO *Mobile Virtual Network Operator*
MVP *Minimum Viable Product*

N **NA** *Network Adapter*
NA *Network Applications*
NAI *Network Access Identifier*
NAS *Network-Attached Storage*
NAT *Network Address Translation*
NBI *NorthBound Interface*
NE *Network Element*
NFP *Network Forwarding Path*
NFs *Network Functions*
NFV *Network Functions Virtualisation*
NFVI *Network Functions Virtualized Infrastructure*
NFVO *NFV Orchestrator*
NMS *Network Management System*
NNI *Network-to-Network Interface*
NoSQL *Not Only SQL*
NQM *Network Quality Management*
NRZ *Non Return To Zero*
NS *Network Service*
NSCL *Network Service Capability Layer*
NSD *NS Descriptor*
NSOM *Near-Field Scanning Optical Microscopy*

- O** **OAM** *Operations, Administration and Maintenance*
- OCS** *Online Charging System*
- ODBC** *Open Database Connectivity*
- ODN** *Optical Distribution Network*
- OE** *Order Entry*
- OFDM** *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*
- OLT** *Optical Line Termination*
- OM** *Order Management*
- OMA-DM** *Open Mobile Alliance - Device Management*
- OMC** *Operations and Maintenance Center*
- OMCI** *Optical network unit Management and Control Interface*
- OMS** *ON-Center Management Suite*
- ONF** *Open Networking Foundation*
- ONT** *Optical Network Terminal*
- ONU** *Optical Network Unit*
- OOB** *Out Of Band*
- OOC** *Out Of Channel*
- OOTB** *Out Of The Box*
- OPEX** *Operational Expenditure*
- OPMIP** *Open Source implementation for Proxy MIPv6*
- OSP** *Out Side Plant*
- OSS** *Sistemas de Suporte à Operação*
- OSU** *Online Sign Up*
- OTN** *Optical Transport Networks*
- OTT** *Over The Top*

- P** **P&S** *Produtos e Serviços*
- P2P** *Peer To Peer*
- PaaS** *Platform as a Service*
- PaaS M** *PaaS Monitor*
- PaaS P** *PaaS Provision*
- PAL** *Phase Alternating Line*
- PBX** *Private Branch Exchange*
- PCC** *Policy Control and Charging*
- PCRF** *Policy and Charging Rules Function*
- PESI** *Plano Estratégico de Sistemas de*

Informação

- PIB** *Produto Interno Bruto*
- PIC** *Photonic Integrated Circuits*
- PIH** *Personal Information Hub*
- PM** *Performance Management*
- PME** *Pequenas e Médias Empresas*
- PMIP** *Proxy Mobile IP*
- PMO** *Project Management Officer*
- PNF** *Physical Network Function*
- PoC** *Point of Contact*
- PON** *Passive Optical Network*
- PPP** *Public-Private Partnership*
- PSK** *Phase Shift Keying*
- PSTN** *Public Switched Telephone Network*
- PWE3** *Pseudo-Wire Ethernet*

- Q** **QA** *Quality Assurance*
- QAM** *Quadrature Amplitude Modulation*
- QoE** *Quality of Experience*
- QoS** *Quality of Service*
- QRE** *Quantum Rule Engine*
- QREN** *Quadro de Referência Estratégica Nacional*

- R** **RAA** *Re-Auth Answer*
- RAM** *Random Access Memory*
- RAN** *Radio Access Network*
- RAR** *Re-Auth Request*
- RB** *Resource Blocks*
- RBAC** *Role Based Access Control*
- REST** *Representational State Transfer*
- RF** *Radio Frequency*
- RFO** *RF Overlay extender*
- RFS** *Ready For Service*
- RN** *Remote Node*
- RNC** *Radio Network Controller*
- ROI** *Return of Investment*
- ROM** *Resource Order Management*
- RRU** *Remote Radio Unit*
- RTCP** *Real-Time Control Protocol*

RTP	<i>Real Time Protocol</i>	STB	<i>Set-Top Boxes</i>
		STM-n	<i>Synchronous Transport Module – level n</i>
		SW	<i>Software</i>
S	SaaS	<i>Software as a Service</i>	
	SaaSM	<i>SaaS Monitor</i>	
	SaaSP	<i>SaaS Provision & Orchestration</i>	
	SAN	<i>Storage Area Network</i>	
	SCA	<i>Serviços Continuados Aplicacionais</i>	
	SCaaS	<i>Small Cells as a Service</i>	
	SCat	<i>Service Catalog</i>	
	SCL	<i>Service Capability Layer</i>	
	SCTP	<i>Datagram Transport Layer Security</i>	
	SDH	<i>Synchronous Digital Hierarchy</i>	
	SDN	<i>Software Defined Networking</i>	
	SDP	<i>Session Description Protocol</i>	
	SDR	<i>Software Defined Radio</i>	
	SE	<i>Service Enablers</i>	
	SEC	<i>Serviço Empresarial Convergente</i>	
	SECAM	<i>Sequential Color with Memory</i>	
	SEM	<i>Service Experience Management</i>	
	SFC	<i>Service Function Chaining</i>	
	SG	<i>Sistema de Gestão</i>	
	SI	<i>Sistemas de Informação</i>	
	SID	<i>Shared Information Data</i>	
	SIM	<i>Subscriber Identity Module</i>	
	SIP	<i>Session Initiation Protocol</i>	
	SLA	<i>Service Level Agreement</i>	
	SMCon	<i>Smart Mobile User Connectivity</i>	
	SME	<i>Small and Medium Enterprises</i>	
	SMP	<i>Serviço Móvel Pessoal</i>	
	SMQ	<i>Send Message Queue</i>	
	SMS	<i>Short Message Service</i>	
	SMSR	<i>Side Mode Suppression Ratio</i>	
	SNMP	<i>Simple Network Management Protocol</i>	
	SNR	<i>Signal to Noise Ratio</i>	
	SO	<i>Sistema Operativo</i>	
	SOA	<i>Service Oriented Architecture</i>	
	SOM	<i>Service Order Management</i>	
	SQM	<i>Service Quality Management</i>	
	SRep	<i>Service Repository</i>	
	SSID	<i>Service Set Identifier</i>	
	SSL	<i>Secure Sockets Layer</i>	
		TAM	<i>Telecom Applications Map</i>
		TCO	<i>Total Cost of Ownership</i>
		TD-LTE	<i>Time-division LTE</i>
		TDM	<i>Time Division Multiplexing</i>
		TDMA	<i>Time Division Multiplexing Access</i>
		TEA	<i>Taxa Empreendedores Ativos</i>
		TI	<i>Tecnologias de Informação</i>
		TIC	<i>Tecnologias de Informação e da Comunicação</i>
		TLS-PSK	<i>Transport layer Security Pre-Shared Key</i>
		TLV	<i>Type-Length Value</i>
		TMA	<i>Tempo Médio de Atendimento</i>
		TMR	<i>Tempo Médio de Reposição</i>
		TTA	<i>Telecommunications Technology Association</i>
		TTK	<i>Trouble Ticketing</i>
		TX ONT	<i>Transmit ONT</i>
		TxR	<i>Taxa de Resolução</i>
		TWDM	<i>Time and Wavelength Division Multiplexing</i>
	U	UA	<i>Usage Accounting</i>
		UAT	<i>User Acceptance Tests</i>
		UCD	<i>User Centered Design</i>
		UCN	<i>User Centric Networking</i>
		UDN	<i>Ultra Dense Networks</i>
		UE	<i>União Europeia</i>
		UE	<i>User Equipment</i>
		UGC	<i>User Generated Content</i>
		UNI	<i>User Network Interface</i>
		UPS	<i>Uninterrupted Power Supply</i>
		URL	<i>Universal Resource Locator</i>
		UTAD	<i>Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro</i>
		UTP	<i>Unshielded Twisted Pair</i>
		UTRAN	<i>UMTS Universal Terrestrial Radio Access Network</i>

UX *User Experience*

VTS *Voucher Trading System*

V

VC *Virtual Circuit*

vCPE *Virtual Customer Premises Equipement*

VIM *Virtual Infrastructure Manager*

VL *Virtual Links*

VLAN *Virtual LAN*

VM *Virtual Machine*

VNF *Virtual Network Functions*

VNFaaS *Virtual Network Functions as a Service*

VNFC *VNF Component*

VNFD *VNF Descriptor*

VNFFG *VNF Forwarding Graph*

VNFM *VNF Manager*

VNI *Visual Networking Index*

VoD *Video on Demand*

VoIP *Voice over Internet Protocol*

VPN *Virtual Private Network*

W

WAN *Wide Area Network*

WDM *Wavelength Division Multiplexing*

WFM *Work Force Management*

WiFi *Wireless Fidelity*

Wi-MAX *Worldwide Interoperability for*

W-LAN *Microwave Access*

WM *Wireless Local Area Network*

X

XACML *eXtensible Access Control Markup Language*

xDSL *xDigital Subscriber Line*

XML *Extensible Markup Language*



Partilha de
conhecimento
concluída!





Saber & Fazer Telecomunicações
n.º 12 | dezembro 2014

www.ptinovacao.pt
contact@ptinovacao.pt