

Saber & Fazer

Telecomunicações

Internet de Futuro, context-aware, Personal Smart Spaces, Privacidade, Personalização, Virtualização, Cloud Computing, behavior driven development, CMMI, Serious Game, Learning Objects, RCS, mobile money, mHealth, IPv6, Dual-stack, ENUM, Carrier Grade Framework, Eficiência energética, LTE, VoLTE, GPON, MPLS-TP, ASON, GMPLS, web2.0, Android, UPnP AV, DLNA, tablets, computação ubíqua

Título
Saber & Fazer Telecomunicações
Revista Técnica da PT Inovação

Edição
PT Inovação 2010

Design
www.dreamlab.pt

Impressão
Litografia Coimbra, S.A.

Tiragem
750 exemplares
ISSN 1645-8710
Depósito Legal 251344/06

apresentação

Alcino Lavrador
Presidente da Comissão Executiva
da PT Inovação



A sofisticação dos terminais móveis (telefones, *smartphones*, *tablets*, etc) conjugada com o aumento de largura de banda disponível, na rede fixa através da fibra óptica e na rede móvel via HSPA e LTE, tem facilitado e acelerado a convergência das plataformas de rede, Internet e televisão. Desta convergência resulta um ecossistema propício à entrada de novos *players* no negócio tradicional dos operadores de telecomunicações que trazem consigo novas aplicações com novos modelos de negócio. Os operadores de telecomunicações têm igualmente a oportunidade de se reinventarem oferecendo aos seus clientes uma panóplia de serviços sofisticados endereçando não apenas o mercado de massas mas nichos específicos de utilizadores.

Para fazer face ao desafio de renovar continuamente a oferta de serviços aos seus clientes, os operadores de telecomunicações necessitam de agilidade na introdução de novos conceitos suportados em tecnologias emergentes e inovadoras que permitam fidelizar não só os clientes existentes mas também captar novos, com uma oferta que possa ser o mais personalizada possível.

Este número de Saber e Fazer Telecomunicações contém artigos que endereçam diferentes domínios e são resultado da actividade de Investigação e Desenvolvimento da PT Inovação em projectos 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.

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 nosso agradecido reconhecimento.

nota editorial

Marcelino Pousa



Neste oitavo número da revista “Saber e Fazer Telecomunicações” regressamos ao formato de uma só volume, isto apesar do número de propostas de artigos se ter mantido ao nível do ano anterior. O número de propostas de artigos recebidas cria mais uma vez a responsabilidade de manter vivo este projecto como instrumento de difusão de conhecimento da PT Inovação para os seus *stakeholders*, bem como a importância da partilha deste conhecimento pelos colegas do grupo.

À semelhança dos números anteriores, a revista inclui artigos sobre temas diversos, mantendo a opção, definida desde o primeiro número, de ir ao encontro de uma parte significativa da população que desenvolve a sua actividade profissional no sector das telecomunicações. Nesse sentido, estes artigos são acessíveis a um grupo alargado de leitores.

Neste volume estruturamos a informação em quatro partes, que não sendo estancas podem de alguma forma organizar as apresentações. Na primeira mais generalista, vamos encontrar artigos sobre temas como: as birras do software; a introdução do CMMI (referencial de maturidade de desenvolvimento de software) na PT Inovação; aspectos de aprendizagem com tecnologias 3D, e aspectos de comunicação e colaboração utilizando tecnologia.

Na seguinte incluem-se artigos da área dos ecossistemas de infra-estrutura como: plataformas de pagamentos através de terminais móveis, aspectos ligados ao endereçamento da Internet; da portabilidade numérica, a artigos sobre a arquitectura NetB@nd, GMPLS, monitoria e utilização de PON, eficiência energética em redes móveis e a convergência em LTE.

Numa terceira parte os artigos estão relacionados com as áreas da informação na nuvem como: a virtualização da rede, o “*Cloud computing*” e sua importância para os operadores, a artigos sobre serviços em contexto e informação de contexto.

Por último, apresentamos artigos da área dos serviços desde os desenvolvimentos em Androide, consumo e partilha de conteúdos multimédia, o companheiro digital, e uma plataforma de disponibilização dos conteúdos.

Em nome de todos os que colaboraram nesta edição, fazemos votos para que todos os leitores encontrem motivos de interesse neste número da “Saber e Fazer Telecomunicações”.

Índice

8	As birras do software: como domá-las?
13	Avaliação de maturidade baseada em CMMI na PT Inovação
20	<i>Creative learning 3D</i>
26	<i>Rich collaborations and collaboration framework</i>
33	Carrier grade framework e a sua aplicabilidade
39	Transacções financeiras e mobilidade
44	Sensores inteligentes no contexto de sistemas de telemonitorização de sinais vitais associados a cuidados continuados de saúde
51	O esgotamento do espaço de endereçamento IPv4: impacto e soluções para os ISP
56	Portabilidade numérica baseada em ENUM
61	Eficiência energética em redes móveis
70	Arquitectura <i>NetB@nd</i>
76	Plano de controlo GMPLS nas redes de transporte
82	Monitoria e diagnóstico de fibra óptica em redes ponto – multiponto
87	Aplicação de uma rede GPON no atendimento a condomínios
94	Resolução de nomes e privacidade em serviços web2.0. Uma nova abordagem ao DNS
100	Voz e multimédia sobre LTE: a verdadeira convergência
105	<i>Cloud computing</i>: Análise de oportunidades para os operadores
111	<i>Context-awareness</i> na Internet de futuro
117	<i>Personal smart spaces</i>
123	Privacidade e informação de contexto
128	Virtualização de rede tornada realidade
137	Desenvolvimentos transversais em <i>smartphones</i> Android
143	Consumo e partilha de conteúdos pessoais multimédia no MEO usando UPnP AVe DLNA
149	<i>Digital companion</i>: um novo elemento na família
155	ALICANTE - Arquitectura de rede inovadora, ciente dos conteúdos multimédia transmitidos, com vista à Internet do futuro
161	Siglas & Acrónimos

01

As birras do software: como domá-las?

palavras-chave:
automatização de testes, testes de sistema,
testes de integração, *behavior driven development*



José Bonnet

Mário Moreira

Num ecossistema grande, novo e complexo como se espera que seja o resultado do projecto Quantum, é fundamental implementar mecanismos de garantia da qualidade desde o início. Com grandes dimensões e dinamismo, uma forma de o conseguirmos fazer eficazmente é automatizando os testes ao máximo, para que qualquer defeito seja detectado o mais cedo possível.

Este artigo descreverá a abordagem escolhida pelo projecto Quantum nesta área, onde mostrará de que forma este tema foi abordado em projectos de grandes dimensões.

1. Introdução

Na sequência da reformulação da sua oferta de *Business Support Systems* (BSS), a PT Inovação desenhou uma solução composta por uma nova geração de sistemas nesta área, em que uma das suas principais características é simultaneamente a sinergia e a independência entre eles. Em determinadas soluções pode inclusive acontecer que alguns destes sistemas sejam fornecidos por terceiros. Esta característica levanta algumas questões relacionadas com a garantia de qualidade de toda a solução, que endereçámos logo desde o início do projecto.

Acresce ainda, que cada um daqueles sistemas, foi desenvolvido nas tecnologias que se considerou serem as mais adequadas para a implementação. Pelo que a garantia da qualidade da solução deverá ter em linha de conta esta variedade tecnológica.

Para endereçar este problema, optámos por seleccionar um conjunto de métodos, ferramentas e tecnologias que se encontram na vanguarda das que são utilizadas em Engenharia de Software, e que são comumente designadas por Desenvolvimento Orientado pelo Comportamento [3]. Passámos ainda a usar uma ferramenta de integração contínua, para automatizar (pelo menos parte de) o processo.

Tivemos também o cuidado de coordenar este esforço com o novo processo de desenvolvimento de software e com as equipas que actualmente estão encarregues desta garantia da qualidade.

Esta adaptação é um esforço que decorre ainda.

2. Descrição do sistema ou solução

A nova geração dos sistemas de suporte ao negócio da PT Inovação, designada por Quantum, é constituída por um conjunto de sistemas que se pretende que sejam independentes entre si, para que a resposta a uma solicitação específica dum cliente possa ser feita de uma forma ágil e leve, em que são rapidamente agregados e entregues os sistemas que melhor respondem à solução pretendida.

Integração contínua

Na forma tradicional de desenvolvimento de software, o típico *Waterfall*, há uma altura do projecto em que é efectuada a integração dos diversos componentes. Normalmente esta fase ocorre perto do final, quando os componentes estão quase totalmente implementados. Ninguém consegue prever quanto tempo demorará esta fase, pois não se consegue prever quantos problemas de integração haverá nem o esforço necessário para os corrigir e voltar a validar.

Por vezes as equipas tentam endereçar este problema, com a criação das chamadas *“war rooms”*, onde juntam quase toda a equipa num mesmo local para que possam comunicar mais facilmente para resolver os problemas que se vão encontrar. No entanto, neste momento pode ser tarde de mais e o projecto ficar irremediavelmente atrasado.

A integração contínua nasce de uma das doze práticas originais do *Extreme Programming (XP) Development Process* [1], [4], [9], e resumidamente, consiste do seguinte:

- > Cada elemento da equipa, quando tem que implementar uma nova funcionalidade ou corrigir um defeito, começa por fazer *check out* da última versão do código integrada para o seu ambiente de trabalho, onde efectua as alterações necessárias;
- > Todos devem fazer *commit* das alterações o mais frequentemente possível, garantindo que as alterações que efectuaram passam os testes unitários, mesmo que ainda não tenham implementado todo o requisito ou a correcção do defeito em que está a trabalhar;
- > Cada um tem que garantir que as alterações que efectua estão integradas com o restante código e se tal não acontecer,

essa correcção deverá ser a maior prioridade.

Como se pode facilmente perceber, a lógica desta prática assenta em partir de uma base integrada e não permitir que, com as alterações que se vão efectuando, essa integração se perca. É fácil conseguir esse objectivo se este processo for feito de forma contínua, e assim nunca nos afastamos significativamente de uma base de código integrada, pelo que qualquer correcção é muito simples.

Esta prática permite identificar qualquer problema de integração muito cedo, numa altura em que o custo de correcção é muito mais baixo.

A prática aqui descrita foi pensada para a integração dos diversos componentes de um sistema mais complexo. No caso do Quantum, esta aproximação terá que ser devidamente ajustada, já que estamos a falar dum conjunto de sistemas, alguns deles comprados a outros fornecedores, que se podem integrar (possivelmente não todos em simultâneo) num determinado instante temporal.

Por esse motivo, teremos que escalar esta prática para que seja aplicável a uma integração de sistemas, em vez de integração de componentes de um sistema. Para isso, não vamos estar a efectuar integração a cada *commit* em cada sistema, pois esse tipo de acontecimentos está no âmbito de cada uma dos sistemas.

O que é importante, é que cada sistema disponibilize versões novas, com grande frequência, sempre que houver uma alteração minimamente significativa. Idealmente este prazo não deveria ser superior a uma semana, no entanto cada sistema terá que efectuar os seus testes mínimos internos antes de disponibilizar a nova versão, para evitar a integração de sistemas com um número de defeitos significativo.

Um aspecto crucial nesta prática é que cada sistema possua testes automatizados, que permitam de uma forma muito fácil e rápida validar minimamente o estado de uma versão.

Cada nova versão de um sistema é colocada no ambiente de testes de integração e colocada a funcionar de forma integrada com todos os restantes sistemas.

Testes orientados pelo comportamento

Outra das práticas lançadas pela XP foi a do desenvolvimento guiado por testes (TDD, de *Test Driven Development*) [2], em

que os programadores escrevem primeiro os testes e só depois escrevem o código que esses testes vão testar, em pequenas iterações. Esta prática, que exige bastante disciplina por parte das equipas de desenvolvimento, impõem assim um desenho de interface (o primeiro cliente do código é o código que faz o teste) e, por existir código automaticamente executável que testa o código escrito, facilita a sua melhoria (*refactoring*), com a garantia de que a funcionalidade que esse código é suposto implementar não se estraga durante esse processo.

Mas Dan North [3] constatou duas principais dificuldades nesta abordagem, uma concreta e outra um pouco mais psicológica: por um lado, os testes assim especificados têm normalmente uma grande dependência relativamente à implementação que os faz passar, implicando assim um grande esforço de manutenção à medida que o código era evoluído, e por outro lado, os programadores achavam que essa forma de escrever o seu código começando por escrever o respectivo teste era mais para quem testava do que para quem programava. Assim, e juntando alguns conceitos entretanto surgidos, como o desenho guiado pelo domínio [6] e o planeamento guiado pelos testes de aceitação [5], propôs o desenho guiado pelo comportamento (do inglês *Behavior Driven Development*, ou BDD), em que os testes são criados a partir da espe-

cificação do comportamento pretendido para o sistema, e de forma independente da implementação. Desta forma, à medida que o código evolui, desde que mantenha a especificação, é tipicamente preciso menor esforço de manutenção do código que permite testar. A leitura deste tipo de especificação de comportamento é também mais fácil por parte dos não programadores, sem perder o detalhe necessário à respectiva implementação.

A primeira *Framework* que implementava o BDD designou-se por JBEHAVE. Esta *framework* foi entretanto adaptada na comunidade da linguagem RUBY e RUBY-ON-RAILS por David Chelimsky [7], designando-se RSpec. Dentro do rSpec havia uma linguagem de especificação, designada por RSpec STORIES, que entretanto ganhou autonomia e passou a designar-se por CUCUMBER [8].

As especificações em Cucumber utilizam uma *Business-Readable Domain Specific Language* (DSL), e seguem um formato simples (ver Figura 1): têm um nome, uma história que expressa o valor dessa funcionalidade para determinado actor do sistema, e um ou mais cenários, definindo cada um contexto (GIVEN e o AND seguinte), um evento que o desencadeia (o WHEN) e as respectivas consequências (o THEN e o último AND no caso do primeiro cenário).

A sequência de passos para se trabalhar

Feature: watch a 1min video from the World Cup on my mobile
As a Customer

I want to watch a short video (1min) on my mobile for 0.50€
So that I can watch all goals, wherever I am

Scenario: show a 1min. video by 0.5€

Given a message with a URL sent to the customer's mobile
And a balance of 1€
When the customer clicks the URL
Then 0.50€ is discounted from the customer's balance
And the video is shown

Scenario: not enough balance to show the video

Given a message with a URL sent to the customer's mobile
And a balance of 0.45€
When the customer clicks the URL
Then an error of "Sorry, not enough balance" is returned

Figura 1 – Exemplo da especificação duma funcionalidade (*feature*) e respectivos cenários (*scenario*) que a definem em detalhe.



Figura 2 – Sequência típica de passos para se usar o Cucumber

com o Cucumber é a seguinte (ver Figura 2):

- > 1. Descrever o comportamento desejado em texto;
- > 2. Escrever a definição de cada *step* numa linguagem de programação (por omissão, *ruby*);
- > 3. Compilar a especificação e ver que falha;
- > 4. Escrever o código, na linguagem de programação pretendida, necessário para que a compilação passe;
- > 5. Repetir o passo 3 e ver o *step* passar o teste (ficar verde);
- > 6. Repetir os passos 2 a 5 até que a compilação da especificação dê tudo verde.

O código que implementa cada passo pode ser desenvolvido usando-se *rSpec* (no caso de ser um sistema escrito em *ruby*). Para o caso de sistemas que possuem interfaces gráficas com os utilizadores, existem algumas ferramentas que podem ser usadas em complemento [10], [11], [12].

Para os testes de sistema, é fundamental que cada sistema que esteja sob teste disponibilize uma interface que permita os três tipos de acção de cada passo: a definição do contexto, o evento que desencadeia a execução do teste e a verificação dos resultados dessa execução. Se essa interface for do tipo REST [13], facilita especificar e executar os testes de sistema (e depois os de integração) noutra linguagem que não a de implementação desse sistema.

Prevendo-se que os resultados do projec-

to Quantum possam ser vendidos com configurações distintas em termos de sistemas, adaptando-se assim às funcionalidades pretendidas pelos diferentes clientes da PT Inovação, esperamos desta forma conseguir:

- > Tempos de entrega de funcionalidades mais curtos;
- > Maior qualidade do software entregue;
- > Menores custos de manutenção de testes e código.

Automatização

Versões distintas de software exigirão versões distintas de testes. Se os testes a serem executados fizerem parte do mesmo 'mundo' em que o código principal é escrito, partilhando ferramentas, sendo sujeito às mesmas regras de Gestão de Configurações, é possível, a determinada escala (testes Unitários, de módulo ou mesmo

de sistema, nos casos em que estes são relativamente pequenos ou, sendo grandes, estão já relativamente estáveis por forma a que as alterações neles efectuadas são sempre em pequena escala), garantir a automatização dos testes e, por consequência, a integração contínua referida acima.

Para estes casos foi montado um servidor de Integração Contínua Hudson [14] com um projecto por cada sistema a testar (ver Figura 3).

Nos casos dos testes de sistemas de relativa complexidade e/ou dimensão ou dos testes de integração de múltiplos sistemas, em particular quando parte desses sistemas são adquiridos fora, não será possível fazer uma integração absolutamente contínua. Nestes casos, a integração será feita em instantes discretos no tempo, com as versões dos sistemas a integrar devidamente disponibilizadas em pacotes,



Figura 3 - Exemplo de resultados do servidor Hudson

com as funcionalidades devidamente coordenadas para que seja possível a execução dos testes de integração.

3. Resultados

No momento em que este artigo é escrito, e em que alguns dos sistemas que compõem o Quantum estão ainda a ser desenhados, não existem ainda resultados finais deste trabalho. Decorre já a especificação e testes de um dos sistemas, com todo o esquema de automatização de testes montado, prevenindo-se que comece em breve o trabalho com outros sistemas que entretanto sejam desenhados e implementados.

Decorre ainda o estudo sobre a melhor forma de implementarmos os testes automáticos dos sistemas que possuem interface gráfica com utilizador, já que o sucesso destes depende do equilíbrio entre a rapidez com que os testes são executados e os tempos de espera que serão necessários nas interfaces que utilizem tecnologias tipo AJAX.

4. Importância para os negócios do Grupo PT

Num grupo como o da PT, com necessidade de usar tecnologia de ponta nos seus negócios e no respectivo suporte, presente em mercados exigentes e muito competitivos, onde a qualidade do serviço prestado é um factor chave na diferenciação entre fornecedores e na criação de confiança, é fundamental que conheçamos a fundo as tecnologias mais recentes que nos permitam ganhar essa vantagem competitiva face à concorrência.

5. Conclusões

O trabalho aqui descrito decorre ainda, mas o que foi já realizado mostrou que o caminho escolhido é possível, e que conseguiremos de facto efectuar a garantia de qualidade num ambiente difícil como é o descrito. Vamos precisar certamente de aprender a especificar testes que são mais fáceis de manter, com menos custos (porque serão mais reutilizáveis), e que aumentem de facto a qualidade dos sistemas a fornecer e das soluções construídas com base nestes. Os testes deixam assim de ser considerados a parte menos nobre de todo o processo, sendo inseridos no próprio processo de desenvolvimento.

A automação de todo o processo permite-nos encurtar muito o tempo de *feedback* da execução dos testes, acelerando assim todo o processo de garantia de qualidade.

Referências

- [1] Agile Manifesto, <http://agilemanifesto.org/>
- [2] Test Driven Development, <http://c2.com/cgi/wiki?TestDrivenDevelopment>
- [3] Introducing BDD, Dan North, <http://blog.dannorth.net/introducing-bdd/>
- [4] Extreme Programming: a gentle introduction, <http://www.extremeprogramming.org/>
- [5] Acceptance Test Driven Planning, <http://www.springerlink.com/content/vcq847l8ker3jc1d/>
- [6] Domain Driven Design, <http://domaindrivendesign.org/>
- [7] "The RSpec Book: Behaviour-Driven Development with RSpec, Cucumber, and Friends", David Chelimsky, Dave Astels, Zach Dennis, Aslak Hellesøy, Bryan Helmckamp, Dan North, <http://www.pragprog.com/titles/achbd/the-rspec-book>
- [8] Cucumber, <http://cukes.info>
- [9] "Extreme Programming – Integrate Often", <http://www.extremeprogramming.org/rules/integrateoften.html>
- [10] Webrat, <http://gitrdoc.com/bryrnary/webrat/tree/master/>
- [11] Watir, <http://watir.com>
- [12] Selenium, <http://seleniumhq.org>
- [13] RESTwiki, <http://rest.blueocean.net/cgi-bin/wiki.pl>
- [14] Hudson CI server, <http://hudson-ci.org/>

José Bonnet, licenciado em 1989 pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, e Mestrado em 1993 (pré-Bolonha) pela mesma faculdade, iniciou a sua carreira no INESC Porto, passou a integrar, em 1999, a PT Inovação, onde foi responsável pelo desenvolvimento do NGIN Care, a aplicação de Customer Care do NGIN. Em 2008 passou a responsável pela customização dos produtos NGIN para os clientes da África Sub-Sariana e Ásia Pacífico, tendo em 2010 passado a responsável pelos Processos de Cliente e Automatização de Testes da direcção de Sistemas de Suporte ao Negócio.

Mário Moreira, obteve o mestrado em Ciências da Computação pela Universidade do Minho em 1995 e a Licenciatura em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho em 1993. Ingressou no Centro de Estudos de Telecomunicações (futura PT Inovação), ainda durante a licenciatura em 1993 onde esteve a desenvolver vários sistemas periciais baseados em técnicas de Inteligência Artificial. Esteve inicialmente envolvido em vários projectos europeus de investigação ACTS e Eurescom. Desempenhou funções na área de serviços de gestão de redes, tendo colaborado com a equipa da Portugal Telecom no âmbito da Expo98, e estando envolvido no desenvolvimento de vários produtos da PT Inovação nesta área. Em 2001 ficou responsável pela Unidade de Plataformas, Serviços e Aplicações para Redes Móveis, onde esteve envolvido no desenvolvimento de várias plataformas de Unified Messaging, SMS-C, Localização e Portais Móveis. Actualmente é Consultor Tecnológico na direcção de Coordenação Tecnológica e Desenho de Soluções fazendo parte das equipas de análise e revisão de processos da organização PDS NG e Gestão de Configurações.

02

Avaliação de maturidade baseada em CMMI na PT Inovação

palavras-chave:
CMMI, Nível de Maturidade, Melhoria de Processos,
Gestão de Projectos, Gestão Organizacional,
Boas Práticas, Sistema da Qualidade



Nuno Seixas



Lourenço Moura



Clara Guerra

Obter o reconhecimento oficial de um organismo tão conceituado como o *Software Engineering Institute* (SEI) da Universidade de Carnegie Mellon sobre o nível de maturidade dos seus processos, é actualmente um dos desafios da PT Inovação, lançado a todas as suas áreas de desenvolvimento de sistemas. Para ajudar as organizações a alcançarem este objectivo o SEI compilou um conjunto vasto de boas práticas com vista à melhoria dos processos denominado *Capability Maturity Model Integration* (CMMI). Com base neste modelo, a PT Inovação desenvolveu um projecto de melhoria de processos relacionados com o desenvolvimento de sistemas, o qual originou em Dezembro de 2009 uma avaliação positiva de nível de maturidade 3 para a direcção SSO e a divisão IAD4.

Neste artigo são apresentados os maiores desafios que se colocaram e os principais resultados obtidos.

1. Introdução

O presente artigo descreve uma etapa já percorrida na PT Inovação, em particular ao longo do ano de 2009, em que uma direcção e uma divisão foram aperfeiçoando práticas de processos técnicos e de gestão, cobrindo as lacunas que na perspectiva da norma CMMI o actual sistema da qualidade da empresa ainda deixava em aberto. Em Dezembro de 2009 essas duas áreas viram reconhecido o seu esforço ao passarem com sucesso a avaliação formal do SEI, em que lhes foi conferido o nível de maturidade 3 do CMMI. Neste artigo, para além de uma breve introdução ao CMMI, passaremos em revista os desafios que tiveram de ser vencidos, práticas novas implementadas e resultados alcançados. Mas, para além da história de sucesso, importa também perspectivar o futuro, já que é objectivo estratégico da empresa prosseguir com este programa de melhorias e obter globalmente em todas as suas áreas de desenvolvimento o mesmo nível de maturidade. Nesse sentido apontaremos alguns aspectos a melhorar e a ter em conta nesta nova fase, de forma a obter o máximo sucesso e que, resumidamente, podemos sintetizar no seguinte objectivo: desenvolver, com os recursos e custos previstos, sistemas com mais qualidade, de acordo com as melhores práticas, nos prazos acordados e satisfazendo os requisitos definidos.

1.1. Breve Introdução ao modelo CMMI

Capability Maturity Model Integration (CMMI) é um guia para a melhoria contínua dos processos organizacionais. Por outras palavras, é um conjunto estruturado de melhores práticas para planear, desenvolver e gerir os processos de forma a ajudar a organização a atingir objectivos de negócio relacionados com custos,

tempo, funcionalidades e qualidade do produto ou serviço. É também um modelo para a medição da maturidade e da capacidade dos processos de uma organização. Resulta de um projecto conjunto de várias organizações no campo da indústria e do governo americanos e em particular do *Software Engineering Institute (SEI)*, seu patrocinador oficial.

O modelo CMMI oferece duas representações distintas, que se traduzem em duas possíveis abordagens a tomar na melhoria nos processos: contínua e por etapas. Na representação contínua o objectivo é melhorar os processos dentro de uma área de processo específica. O grau de melhoria mede-se pelo nível de capacidade dentro dessa área de processo, podendo ser seleccionadas uma ou várias áreas de processo de acordo com os objectivos de melhoria traçados pela organização. Na representação por etapas o objectivo é melhorar todos os processos dentro de um conjunto pré-definido de áreas de processo. O grau de melhoria mede-se pelo nível de maturidade atingido para todas as áreas de processo pré-definidas.

Focando-nos na melhoria por etapas, representação seguida pela PT Inovação, podem ver-se na Figura 1 as áreas de processo consideradas no modelo CMMI e a sua agregação por níveis de maturidade.

O reconhecimento de que uma organização atingiu o nível de maturidade X significa que a mesma alcançou todos os objectivos das áreas de processo desse nível de maturidade e dos níveis que lhe estão abaixo. Por exemplo, dizer que uma organização atingiu o nível de maturidade 3 significa que cumpre todos os objectivos, específicos e genéri-

cos que o modelo enuncia para as áreas de processo enquadradas nos níveis 2 e 3. Atendendo ao foco do nível 3, quer em particular dizer que os processos da organização estão bem caracterizados e definidos em normas *standard*, procedimentos, métodos e ferramentas, podendo ser adaptados às especificidades do projecto a partir de regras e critérios de adaptação também eles predefinidos. São, além disso, entendidos e aplicados por todos os colaboradores ou, usando a denominação do modelo, estão institucionalizados. Era este o alvo da PT Inovação ao dar início ao projecto CMMI.

Método SCAMPI para as avaliações CMMI

Como se avalia e se reconhece oficialmente o nível de maturidade ou de capacidade numa organização ou unidade organizacional (direcção, divisão, etc.)? O modelo CMMI fornece uma metodologia própria para este tipo de avaliações. É o chamado método SCAMPI (*Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement*). A aplicação deste método com maior ou menor rigor e extensão resulta em 3 variantes de SCAMPI, denominados por Classe A, B ou C. Assim,

- > **SCAMPI Classe A** - Aplica o método mais rigoroso e intensivo; é o único que dá a classificação oficial num dado nível de maturidade ou capacidade.
- > **SCAMPI Classe B** - Menos intenso que o primeiro, é um método que avalia as práticas implementadas e habitualmente é o trampolim para se avançar para um SCAMPI Classe A. Produz apenas recomendações.
- > **SCAMPI Classe C** - Avalia os planos para atingir os objectivos de melhoria nos processos; de todos, é o método mais leve e adequado a pequenas equipas.

Níveis de Maturidade		Áreas de Processo
5	Optimizado Processos são continuamente melhorados com base em inovação e análises de causas de problemas	Análises de Causas e Resolução (CAR) Inovação Organizacional (OID)
4	Gerido Quantitativamente Processos são quantitativamente entendidos e geridos	Desempenho do Processo Organizacional (OPP) Gestão Quantitativa de Projecto (QPM)
3	Definido Processos são caracterizados ao nível organizacional e as acções são proactivas	Análise e Tomada de Decisão (DAR) Gestão de Riscos (RSKM) Gestão Integrada de Projecto (IPM) Formação Organizacional (OT) Definição do Processo Organizacional (OPD) Foco no Processo Organizacional (OPF) Validação (VAL) Verificação (VER) Integração de Produtos (PI) Solução Técnica (TS) Desenvolvimento dos Requisitos (RD)
2	Gerido Processos são estabelecidos por projecto e as acções são frequentemente reactivas	Gestão de Configuração (CM) Garantia da Qualidade do Processo e Produto (PPOA) Medição e Análise (MA) Gestão de Acordo com Fornecedores (SAM) Monitoria e Controlo de Projectos (PMC) Planeamento de Projectos (PP) Gestão de Requisitos (REQM)
1	Inicial Processos são imprevisíveis, não geridos e reactivos	Não existem áreas de processo neste nível

Figura 1 – Áreas de processo por níveis de maturidade

2. O projecto CMMI na PT Inovação

Iremos em seguida descrever o projecto CMMI na PT Inovação, abordando o seu cenário inicial, a organização, o âmbito e a forma como decorreram os trabalhos.

2.1. O cenário inicial

Como resultado natural da nossa actividade com a PT Inovação Brasil, que se situa num mercado empresarial em que se torna já comum solicitar a fornecedores o requisito de detenção de níveis de maturidade conferidas pelo modelo CMMI, a Comissão Executiva da PT Inovação decidiu em 2007 lançar uma iniciativa para alcançar esse objectivo. Como meta inicial desse percurso pretendia-se alcançar o nível de maturidade 3, num âmbito organizacional a definir.

Como ponto de partida existia o Sistema de Gestão da Qualidade, em vigor na PT Inovação desde o início da década de 2000, como suporte às diversas certificações nacionais e internacionais já alcan-

çadas pela empresa, com especial realce para as normas ISO 9001 e NP 4457 (IDI). Por essa razão, os processos organizacionais encontravam-se já definidos, nomeadamente os processos de desenvolvimento (PDS), de gestão de projectos (GAP) e de melhoria contínua (GMC), os quais cobrem as *Process Areas* (PA) principais endereçadas pelo modelo CMMI *for Development*.

2.2. Âmbito e projectos abrangidos

Dada a larga variedade de sistemas desenvolvidos na PT Inovação em diferentes áreas de negócios, achou-se prudente limitar este projecto, numa primeira fase, a uma ou duas áreas de negócio da PT Inovação. Foram escolhidas as áreas de *Operations Support Systems* (OSS) e aplicações de *eLearning*, ficando o âmbito confinado à actual direcção de Sistemas de Suporte às Operações (SSO) e divisão de Formação e *eLearning* (IAD4). Os projectos que foram alvo deste programa de melhorias foram praticamen-

te todos os que à data executavam o processo PDS naquelas duas unidades, ou seja 10 do SSO e 4 do IAD4, envolvendo sensivelmente 100 pessoas. Os projectos eram bastante diferentes entre si, nomeadamente nos domínios de conhecimento, tecnologias e tamanho. Em termos tecnológicos, a maioria dos projectos desenvolviam aplicações Web com forte uso de bases de dados, alguns suportados em JAVA outros usando tecnologias .NET. No que se refere ao tamanho, os projectos contavam com equipas que iam desde 4 a 12 elementos, com um esforço médio de 6,5 FTE (*Full Time Equivalent*)

2.3 A equipa do projecto CMMI

Se bem que já em 2007 tenha decorrido uma primeira iniciativa neste âmbito, na qual contámos com o suporte de consultoria da empresa Critical Software (CSW), a mesma sofreu uma interrupção de quase um ano devido à forte reorganização da PT Inovação nos princípios de 2008. Posteriormente foi seleccionada uma empresa bem referenciada pelos nossos colegas da PT Inovação Brasil, a ISD Brasil, uma das maiores empresas na América Latina no sector da melhoria de processos de TI e especializada em serviços CMMI. Foi já em finais de 2008 que a PT Inovação assinou um contrato de prestação de serviços com o Centro de Computação Gráfica (CCG) da Universidade do Minho, através do qual se estabeleceu um acordo de fornecimento com a ISD Brasil. A equipa do projecto ficou assim constituída por seis elementos, 3 externos (da ISD e do CCG) e 3 internos. Esta equipa de trabalho foi reforçada com mais 3 elementos nas avaliações, SCAMPI B e A. Um administrador da PT Inovação assumiu-se como patrocinador do projecto, participando em todas as reuniões periódicas, quer internas, quer com os consultores externos, em conjunto com os directores das direcções alvo e o director de Planeamento, Controlo e Recursos.

2.4. Como foram conduzidos os trabalhos

Numa fase inicial, a PT Inovação disponibilizou aos consultores externos todos os processos existentes e trabalhou em conjunto de forma a conseguir-se um mapeamento com as práticas CMMI. Esta fase conduziu a um primeiro diagnóstico onde foram identificadas necessidades de alterações aos processos de modo a responderem aos requisitos de nível 3 do CMMI. As melhorias foram implementadas de forma incremental e iterativa. As evoluções foram gradualmente disseminadas à organização usando diversas formas de comunicação, formação e suporte,

com realce para as equipas dos projectos com as quais se estabeleceram reuniões regulares de acompanhamento. Ao mesmo tempo os consultores do CCG/ISD avaliavam o nível de institucionalização através de questionários e entrevistas aos colaboradores envolvidos, resultando em novas acções correctivas e de melhoria. Terminada a fase de definição e institucionalização dos processos, foi realizada uma avaliação SCAMPI Classe B. O seu resultado foi francamente positivo e encorajador, mas mesmo nesta fase foram identificadas algumas acções correctivas e recomendações de melhoria que requeriam ainda esforço de implementação, se bem que menos intenso do que em situações anteriores. Após esta etapa foi finalmente agendada a avaliação oficial SCAMPI Classe A para Novembro de 2009. Os resultados, depois de validados pelo SEI, determinaram que a empresa, nas duas unidades organizacionais avaliadas, SSO e IAD4, evidenciava um nível de maturidade compatível com as melhores práticas preconizadas pelo modelo CMMI no seu nível 3.

3. Principais resultados

Ao longo de todo este percurso de melhoria foram várias as adaptações aos processos existentes, sobretudo nos processos PDS, GAP e GMC. De uma forma geral podemos dizer que se constatarem evoluções em três âmbitos distintos: Gestão do Sistema da Qualidade e seus processos, Gestão de Projectos e Processo de Desenvolvimento de Sistemas. Enumeramos os benefícios que considerámos mais significativos, organizando-os segundo essas três perspectivas.

3.1. Gestão do Sistema da Qualidade e dos seus processos

Assumir cada processo como entidade gerida

Se bem que o tema estivesse já identificado, foi considerada necessária uma maior formalização desta actividade. Cada processo passou a estar gerido através de um plano, com objectivos, recursos, indicadores, relatórios de controlo, etc. Um processo passou assim a ser gerido como qualquer sistema ou serviço.

3.2. Gestão dos projectos

Maior precisão na definição dos planos e optimização dos recursos

Com base em alguns indicadores de gestão já existentes (grau de realização absoluto e relativo e percentagem de realizações concluídas dentro do prazo), foi feita uma comparação entre os indicadores de 2008 e 2009 em projectos que tive-

ram continuidade nos dois anos em análise, tendo-se verificado uma diminuição da variância e uma ligeira melhoria ao nível da mediana, reflectindo uma melhoria na precisão dos planos e um melhor conhecimento do grau de desempenho das equipas (Figura 2).

Gestão das necessidades de formação

Em particular no início dos projectos é necessário avaliar as necessidades de formação, tendo em conta as competências actuais da equipa e os objectivos do projecto. Esta avaliação, se bem que já definida no nosso SQ, não era realizada de forma controlada e registada, sendo aliás difícil de o fazer pois a informação necessária estava dispersa. Foi necessário executar algumas melhorias no acesso à informação por parte dos Responsáveis de projecto.

Gestão de indicadores

Os Directores envolvidos seleccionaram e definiram os indicadores que lhes seriam mais úteis operacionalmente. Nessa sequência foi automatizada a sua produção, recolha e apresentação. Constituiu-se um repositório centralizado de recolha e uma aplicação para apresentação dos indicadores técnicos e de gestão (Figura 3). Tal permitiu pela primeira vez aos directores e responsáveis de projecto fazerem análises comparadas de indicadores técnicos no âmbito do desenvolvimento de sistemas. Exemplos de indicadores definidos:

- > Pontos de Requisitos PTIN - PRP;
- > Requisitos por nível de complexidade e versão;
- > Requisitos com testes executados com sucesso;

> Defeitos corrigidos discrimináveis por causas;

> Defeitos corrigidos originados na actividade de suporte.

Controlo da qualidade

Houve lugar ao reforço de alguns mecanismos já existentes como foi o caso das revisões técnicas, bem como a introdução de novas abordagens como as assessorias da qualidade. Em ambos os casos foram disponibilizados modelos de análise conjunta, que permitiram por exemplo:

> No caso das revisões técnicas, identificar quais os temas que mais sistematicamente falham na produção de documentos ou resultados em geral;

> No caso das assessorias da qualidade, obter uma visão geral do cumprimento dos procedimentos aplicáveis ao longo do tempo, para cada projecto e para o conjunto dos projectos (Figura 4).

Dimensionamento do projecto

O desafio consiste em conseguir, com base em critérios quantitativos, estimar a dimensão do sistema a desenvolver e nessa sequência os recursos necessários. Sendo um tema complexo e polémico nunca fora possível na PT Inovação avaliar em concreto cenários de utilização. Houve lugar a um debate alargado, tendo sido definido um modelo, que foi praticado e que é uma boa base de trabalho para evolução.

Base de lições aprendidas

O conceito de partilha de "lições aprendidas" já era praticado, decorrente de uma evolução recente no âmbito da nossa certificação pela norma NP4457 (Gestão IDI).

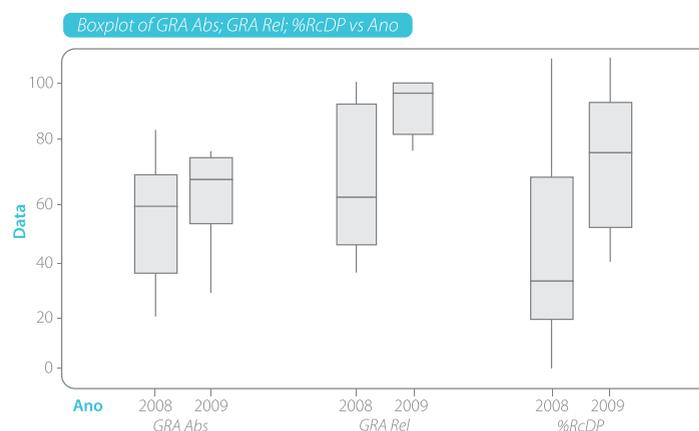


Figura 2 – Comparação entre indicadores de Gestão de Acções de 2008 e 2009

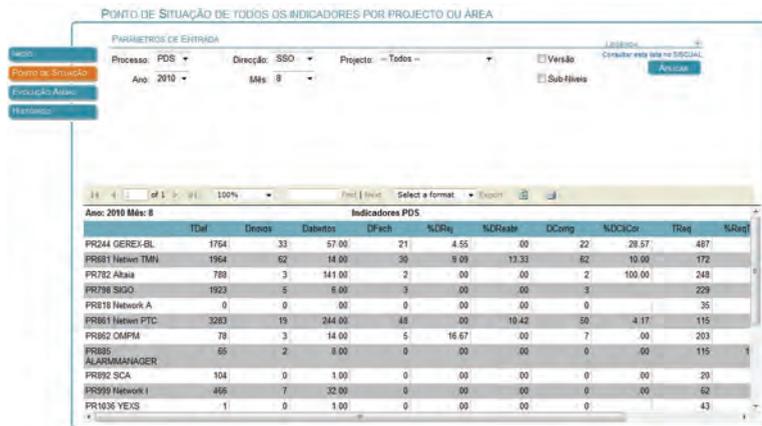


Figura 3 – Exemplo de vista de indicadores

A iniciativa CMMI reforçou esta prática, passando a constar na agenda das reuniões do projecto e nos relatórios de controlo trimestral. Foi disponibilizado um sítio partilhado, para depósito, consulta e pesquisa das lições aprendidas, passando estas a constituir uma base de informação estruturada e disponível a toda a empresa.

Gestão da equipa

Definiram-se abordagens e boas práticas a nível da coordenação da equipa, das quais destacamos:

- > Gerir de forma mais partilhada os repositórios de trabalho;
- > Gerir de forma mais partilhada os pontos de situação, nomeadamente em reuniões de arranque e reuniões de acompanhamento, com registo e acompanhamento sistemático dos pontos em aberto e decisões tomadas ao longo da vida do projecto.

Análise e prevenção do risco

Se bem que este tema já estivesse previsto, foi bastante mais desenvolvido, dando lugar a um modelo de registo com instruções específicas, que permitiu sistematizar bastante melhor este tipo de análise.

Processos adaptados aos projectos (Tailoring)

Em algumas situações os processos prevêem diversas formas de algumas actividades e resultados serem executados. O cumprimento da norma CMMI nível 3 obriga à existência de critérios que permitam orientar esta escolha e que as mesmas se definam de forma clara em cada projecto. A aplicação que publica o SQ foi alvo de alteração de forma a tornar mais

claras estas opções e critérios. Ao nível das direcções âmbito da iniciativa foram criadas configurações que indicavam quais os artefactos, ferramentas e indicadores que os projectos deviam apresentar, usar e acompanhar.

3.3. Processo de desenvolvimento de sistemas

Maior detalhe da actividade de Construção

Tendo em conta a grande diversidade de tipos de sistemas e tecnologias na PT Inovação, esta actividade descrevia apenas aspectos gerais. Houve assim necessidade de a tornar mais específica e exigente. Foram, por exemplo, introduzidos os conceitos e documentos de plano de integração e teste de integração. Foi ainda inserido o conceito e a prática de revisão de código.

Maior controlo da actividade de gestão de configurações

O procedimento foi revisto, tornando-se mais exigente. O plano de gestão de configurações passou a ser obrigatório, discriminando os vários *Configuration items*. Foi também criada uma actividade de auditoria específica para este âmbito, coordenada centralizadamente, que passou a executar cerca de três auditorias por ano e por projecto.

4. Trabalho futuro

A melhoria dos processos de uma organização tendo em vista uma real melhoria no seu desempenho tem de ser sempre entendida como algo em contínuo, seja feita com base no modelo CMMI ou em qualquer outro modelo de referência.

A PT Inovação decidiu continuar a apostar no modelo CMMI como referência para a melhoria dos seus processos e foi criado um novo projecto que visa nos próximos 3 anos operacionalizar o alargamento da aplicação deste modelo a toda a organização. Foi decidido que no final de 2012 a organização como um todo deverá ser submetida a uma avaliação de nível de maturidade 3. De salientar que esta iniciativa decorre no enquadramento actual de uma profunda revisão dos processos da empresa, no âmbito do projecto *Easyflow*, devendo vir a integrar os resultados que daí decorrerem, em particular das iniciativas PDS-NG e Gestão de Programas e Projectos.

Este é definitivamente um desafio complexo, em que se pretendem tornar mais consistentes e homogéneos os proces-

Indicador de Garantia de Qualidade 2009												
Projectos	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Projectos SSO												
Projecto A		90%			82%	90%	95%	91%	91%	92%	89%	
Projecto B				41%	68%	77%	84%	84%	87%	85%	87%	74%
Projecto C	77%			79%	84%	90%	97%	98%	99%	98%	96%	97%
Projecto D	87%	88%	88%	96%	91%	92%		97%	99%	97%	96%	98%
Projecto E		38%		48%	59%	73%	93%	87%	88%	84%	89%	85%
Projecto F				44%	50%	60%	64%	76%	100%	99%	99%	100%
Projecto G			66%	77%	84%	86%		85%	96%	95%		96%
Projecto H	100%		90%		98%	99%	100%	99%	90%	98%	99%	
Projecto I			52%	54%	54%	38%	52%	61%				61%
Projecto J				84%	94%	91%	91%	92%	95%	99%	100%	
Projectos IAD4												
Projecto K				82%	84%	96%	96%	77%	99%	95%	100%	
Projecto L				73%	72%	90%	98%	98%	97%	98%	98%	98%
Projecto M					95%	89%	95%	91%	95%	100%	92%	
Projecto N				69%	75%	75%	90%	90%	90%	100%	99%	
Média SSO	88%	72%	74%	65%	76%	80%	85%	87%	94%	94%	94%	87%
Média IAD4				75%	82%	88%	95%	89%	95%	98%	97%	98%
Média Global	88%	72%	74%	70%	79%	84%	90%	88%	95%	96%	96%	93%

Figura 4 – Quadro resumo de resultados da Assessoria da Qualidade

dos relacionados com o desenvolvimento de sistemas da PT Inovação. Desde logo foram identificados alguns pontos que é necessário endereçar com maior atenção, dos quais se destacam os seguintes:

“Profissionalizar” a disciplina de gestão de processos:

A maior formalização da gestão de processos obriga a encarar esta actividade de uma forma muito exigente. Tal envolve não apenas os responsáveis de processo, mas também outros intervenientes, realçando, no quadro da nossa experiência, os Assesores da Qualidade e Auditores de Configurações.

Maior aposta na especialização dos colaboradores:

As propostas de melhorias dos processos serão tanto mais interessantes e eficazes quanto os colaboradores que os executam possuam um conhecimento sólido sobre os mesmos, ao nível de procedimentos, metodologias, ferramentas, boas práticas, etc. É por isso particularmente importante que a organização aposte na consolidação de grupos de especialistas para os papéis considerados mais relevantes. Tal passará, por exemplo, pela definição de quadros de competências e proficiências adequadas a cada papel, que permitam, a cada colaborador e à gestão, definir programas de obtenção de competências alinhados com as necessidades dos processos.

Disponibilização de informação de processo mais próximo dos colaboradores:

Num contexto de alargamento, torna-se vital que todos os colaboradores estejam conscientes dos processos que implementam, incluindo documentos modelo, boas práticas e bons exemplos, não apenas para aumentar a adesão como também permitir uma evolução participada.

Gestão integrada da informação:

Várias das actividades realizadas foram suportadas com base numa gestão manual de informação, recolhidas por exemplo em folhas Excel. Foi o caso do registo das assessorias da qualidade e da colecta e análise dos dados das revisões técnicas. Consideramos que para a escala da iniciativa que realizámos (envolvendo cerca de 100 colaboradores) tal foi suficiente, mas que se atingiu o limite do gerível. Claramente o sucesso desta iniciativa exige um sistema de aplicações que permita correlacionar as diversas informações.

Dimensionamento dos projectos:

Consideramos que este tema vai necessitar de nova reflexão, havendo espaço

de melhoria na definição dos critérios e unidades de estimação. Pensamos também que qualquer que seja a metodologia, ela só será bem sucedida se for suportada em informação recolhida de forma automática dos sistemas de informação de suporte ao desenvolvimento.

Maior responsabilização dos Responsáveis de projecto:

Salientamos a necessidade de “profissionalização” do Responsável de projecto. Para lá de um bom conhecimento tecnológico do sistema objecto de trabalho, é necessário que tenha uma boa formação em aspectos gerais de gestão, mas também que seja conhecedor dos variados aspectos específicos que os mesmos assumem na organização, como se deduz dos vários temas expostos neste artigo. São os casos por exemplo do dimensionamento do projecto, gestão de competências, controlo da qualidade e indicadores.

5. Conclusão

A aplicação do modelo CMMI no contexto da PT Inovação nasceu a partir de uma necessidade classificada como estratégica, não só possibilitando que a organização se apresente a outros mercados com um grau de maturidade reconhecido, mas também abrindo caminhos a uma maior eficiência e optimização dos seus processos.

Assim, tendo por base esses dois objectivos, foi realizada uma primeira experiência de aplicação do modelo CMMI a uma direcção (SSO) e uma divisão (IAD4, actualmente IAD3) durante o ano de 2009. Como o Sistema de Qualidade da PT Inovação tinha já um conjunto de processos definidos, foi necessário apenas adaptar alguns deles e apostar sobretudo na comunicação dos mesmos às equipas de projecto.

Como principais benefícios retirados desta iniciativa podem-se referir, ao nível de cada projecto, a adopção de melhores práticas de gestão, a execução sistemática de mecanismos de controlo da qualidade, o alinhamento do desempenho dos vários projectos em termos de adequação de calendário e utilização de recursos humanos, a detecção de necessidades de formação de forma estruturada, a identificação e monitorização de riscos nos projectos. Estes benefícios estão já a contribuir para uma melhoria no desempenho dos projectos analisados. Por outro lado, ao nível organizacional, também foram percebidos benefícios como: a gestão de processos de forma mais profissional, a possibilidade de analisar indicadores de forma agregada, a

constituição de uma primeira base de lições aprendidas.

Existe ainda muito trabalho a fazer para que toda a organização obtenha o nível de maturidade 3. Esse trabalho foi enquadrado no novo projecto denominado CMMI 2012, o qual tem essa meta proposta para 2012.

Destacamos desse desafio a necessidade de criar uma forma integrada de gerir a informação da organização, com ferramentas que facilitem o trabalho de recolha, criação e disponibilização dessa mesma informação, uma maior responsabilização dos responsáveis de projecto e uma aposta ainda maior no envolvimento de cada colaborador.

Este projecto, como qualquer outro projecto de melhoria de processos, envolve uma grande componente de gestão da mudança, tendo por isso de ser capaz de comunicar e envolver cada um dos colaboradores da organização. Para a definição e implementação de processos melhores é necessário que cada colaborador sinta que tem um papel fundamental, tanto na execução das actividades definidas de acordo com as melhores práticas, como também na apresentação de propostas e sugestões de outras formas de trabalhar que sejam mais eficientes e, dessa forma, potenciar o sucesso da organização.

Referências

[1] CMMI Second Edition – Guidelines for process Integration and Product Improvement, Mary Beth Chrissis, Mike Konrad, Sandy Shrum. SEI Series in Software Engineering. V1.2

[2] Quantitative Benefits of a Model-Based Process Improvement at Portugal Telecom Inovação: Who, What, Why, Where, How and Results, Arthur Maria do Valle, Nuno Alexandre Seixas, Sérgio Oliveira, Paula Monteiro, 17th EuroSPI Proceedings, Grenoble, France, 2010

[3] Sistema de Gestão da Qualidade da PTIN

Nuno Seixas, obteve o Mestrado em Engenharia de *Software* pela Carnegie Mellon University e Universidade de Coimbra em 2008 e a Licenciatura em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra em 2004. Ingressou na Portugal Telecom Inovação em 2005, fazendo parte inicialmente da equipa de desenvolvimento da plataforma de telemedicina Medígraf. Participou ainda em projectos europeus de investigação na área da informática médica, como *MyHeart* e *MCare*. Desde Janeiro de 2009 faz parte das equipas de análise e revisão de processos da organização, nomeadamente, PDS_NG e Iniciativa CMMI.

Lourenço Moura, obteve o mestrado *The management of the technology* pela Open University em 2001. Licenciado em engenharia electrotécnica pela Universidade de Coimbra em 1981. Coordena a organização do sistema da qualidade da PT Inovação desde 1999, tendo participado na equipa base dos processos de certificação ISO9001, ISO14001 – Gestão ambiental, NP4397 – gestão da saúde e segurança, NP 4457 – Gestão IDI, bem como na iniciativa que obteve a classificação nível 3 CMMI nas linhas de desenvolvimento NOSSIS e FORMARE. Actual responsável da Divisão PCR1 - Qualidade e Melhoria Contínua.

Clara Guerra, licenciada em Matemática Aplicada, na especialidade de Estatística e Computação, pela Faculdade de Ciências de Lisboa em 1982. Iniciou a sua actividade na PT Inovação (antigo CET) em 1987, no projecto ELD, tendo a partir daí colaborado em inúmeros projectos tecnológicos, nacionais e europeus. Em 2000 inicia actividades no âmbito da Qualidade, tendo participado na equipa do processo de certificação ISO9001 e coordenado a iniciativa CMMI, que conferiu à empresa o nível de maturidade 3 nas suas linhas de desenvolvimento NOSSIS e FORMARE. Actualmente continua a fazer parte das equipas de análise e melhoria dos processos da organização, nomeadamente no âmbito dos projectos CMMI e *Easyflow*.

03

Creative learning 3D

palavras-chave:
eLearning, bLearning, Formação, Learning 3D, PLE, LMS, Web 2.1, Serious Game, Ambientes imersivos de aprendizagem, Learning Objects, New Learning, Web semântica, Contextos, Mundos Virtuais

Fruto do desenvolvimento tecnológico e de diferentes configurações que a *Web* tem vindo a assumir, nomeadamente a *Web 2.0*, pode-se antecipar que um dos caminhos futuros poderá passar por tornar a navegação na Internet uma experiência mais imersiva e a três dimensões, de forma a impulsionar o seu desenvolvimento e obter melhores resultados formativos e melhor compreensão virtual da realidade simulada. Seguindo esta evolução da *Web* e a própria evolução do *eLearning*, a aprendizagem baseada na Internet ganha novo rosto e novas possibilidades, sendo a realidade virtual a três dimensões um dos pilares para o designado *Learning 3D*.



Arnaldo Santos



Lúcia Moreira



Filipe Peixinho



Luis Pedro
(UA)



Paulo Gomes
(UC)



Leonel Morgado
(UTAD)

Este artigo pretende igualmente dar a conhecer os resultados práticos dos recentes desenvolvimentos nos projectos de I&D, realizados em parceria com Universidades portuguesas conceituadas (UA - Universidade de Aveiro, UC - Universidade de Coimbra e UTAD - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro), nomeadamente, o projecto LMS 3D, o projecto PoLO e o projecto MULTIS, com o objectivo de demonstrar a inovação ao serviço da Formação em novos contextos e a sua aplicabilidade real.



Pedro Almeida
(UA)

1. Introdução

Na sociedade moderna o conhecimento é um bem de valor inestimável, pelo que é necessário promover a criação de mecanismos que contribuam para a sua consolidação e exequibilidade. A janela de oportunidade para adquirir conhecimento e os ciclos para o conceber, desenvolver e produzir, obedecem a um novo cenário que impõe mudança e práticas alternativas para a formação das pessoas nas designadas *Learning Organizations*.

O tecido empresarial e social tem vindo a apostar no *eLearning*, nomeadamente nos desenvolvimentos mais recentes das metodologias de ensino à distância, adaptando a sua estratégia a cada contexto formativo. A PT Inovação tem acompanhado esta evolução através do desenvolvimento de soluções globais e integradas de *eLearning*, suportadas por tecnologia nacional, onde se destaca o *Formare* como sistema de gestão de aprendizagem ou plataforma de *eLearning* e *bLearning*.

O *Formare* serve actualmente mais de 300 mil utilizadores nacionais e internacionais, contribuindo para o seu sucesso e capacidade inovadora, no contexto competitivo que caracteriza o mercado das tecnologias de informação.

O êxito desta solução deve-se, essencialmente, à aposta na investigação aplicada,

na inovação e na partilha de conhecimentos e de práticas reais de formação com as organizações e com as universidades nacionais com elevado *know-how* nesta temática (UA, UC e UTAD).

Fruto desta estratégia e parceria de vários anos e tendo em conta a evolução integrada do *Formare* e das soluções de formação no Grupo PT, entendeu-se investigar e experimentar novos cenários, novos contextos e novos processos de aprendizagem.

Neste contexto foram aprovados 3 projectos de I&D que sustentam esta integração, nomeadamente, o projecto *Formare* LMS 3D, o projecto PoLO e o projecto MULTIS, com o objectivo de investigar a utilização da Web 2.0, os ambientes personalizados de aprendizagem, os ambientes imersivos de formação em contextos de *Learning 3D* e os desafios do tipo *Serious Game*.

Em seguida iremos apresentar os principais resultados do ponto de vista tecnológico dos projectos referidos, com particular destaque para a integração de sistemas e de conteúdos para aprendizagem, os novos cenários para exploração de ambientes 3D.

2. PoLO – Portal de Learning Objects

Associado à aplicação das tecnologias Web 2.0, o utilizador (Formando ou Formador) começa a sentir necessidade de personalizar o seu ambiente de ensino e de aprendi-

zagem, optando por “Ambientes de Aprendizagem Personalizada” em vez de sistemas de gestão da aprendizagem padronizados.

Neste contexto, surge o conceito de *Personal Learning Environment (PLE)* para um ambiente de aprendizagem personalizado, que “... describes the tools, communities, and services that constitute the individual educational platforms learners use to direct their own learning and pursue educational goals”.

A abordagem educativa que impulsiona o desenvolvimento dos PLE baseia-se nos princípios de uma aprendizagem auto-dirigida e de um formando ou aluno autónomo e independente. A utilização de técnicas avançadas de pesquisa, bem como a extracção de conhecimento da utilização de sistemas do tipo PLE fornecem novas ferramentas para melhorar o desempenho do sistema, ajudando o aluno a desenvolver o conhecimento de forma mais eficaz e eficiente.

Através do projecto PoLO foi possível identificar os requisitos para a exploração de técnicas e metodologias de integração e gestão de conhecimento para a geração de *Learning Objects*, em contexto de PLE. O projecto consistiu no desenvolvimento de um protótipo que aplicou estas técnicas num ambiente de uma *Learning Organization* (suportado pelo *FORMARE*).



Figura 1 – PoLO, protótipo funcional (criação de Learning Objects)

Um dos principais problemas que este projecto resolveu prendeu-se com a necessidade de integrar dados de diferentes sistemas de gestão da aprendizagem (LMS – Learning Management Systems) e transformá-los em ferramentas de suporte à gestão e desenvolvimento de Learning Objects (LO), com base em técnicas de Inteligência Artificial e da Web 2.0.

O projecto PoLO, desenvolvido em parceria com a Universidade de Coimbra, estudou a integração conceptual e tecnológica de serviços, informação e vários actores em ambientes de desenvolvimento de conteúdos para aprendizagem e deu resposta às necessidades existentes na área da aprendizagem e formação, através da criação de um protótipo funcional de um sistema de gestão de LO.

Duas das principais contribuições do PoLO são a classificação automática de LO a partir dos seus conteúdos e a pesquisa semântica de conteúdos com base numa ontologia. Ambas as funcionalidades têm como objectivo facilitar a pesquisa de LO e, consequentemente, tornar a reutilização de conhecimento mais eficiente. O sistema é capaz de analisar os LO e sugerir qual a categorização mais adequada, bem como fazer a sugestão de tags, com base na análise de outros LO semelhantes.

3. Learning em ambientes 3D (Projecto MULTIS)

Um dos caminhos possíveis da evolução da Web é tornar a navegação na Internet uma experiência mais imersiva, partilhada e não solitária. Aspecto integrante desta evolução tem sido o recurso a espaços a três dimensões. Estes espaços são adoptados por inúmeros actores pessoais e or-

ganizacionais do sector educativo e da formação, de forma a impulsionar o desenvolvimento de uma compreensão pessoal alargada e partilhada de conceitos e tentar obter melhores resultados formativos, por via de realidade simulada e participada, onde formandos e formadores, em conjunto, podem vivenciar situações de aprendizagem inovadoras. Seguindo esta evolução da Web e do eLearning, a realidade virtual partilhada, a três dimensões, é um dos pilares para o designado Learning 3D.

A realidade virtual (RV) enquadra-se em três grandes categorias: *text-based*, *desktop and sensory-immersive* (Moore, 1995). Esta última categoria, imersiva, onde se enqua-

dra o *Second Life*® (SL), envolve uma mistura de hardware, software e conceitos que permitem ao utilizador interagir com um mundo tridimensional criado pelo computador. Estes ambientes são caracterizados pela junção de três ideias básicas: imersão, interacção e envolvimento:

- > **Imersão** - Além do factor visual, os dispositivos ligados com os outros sentidos também são importantes para o sentimento de imersão, como som, posicionamento automático da pessoa e dos movimentos da cabeça, controlos reactivos etc.
- > **Interacção** - capacidade do computador detectar as entradas do utilizador e modificar instantaneamente o mundo virtual e as acções sobre ele (capacidade reactiva). As pessoas gostam de ficar cativadas por uma boa simulação e de ver as cenas mudarem em resposta aos seus comandos.
- > **Envolvimento** - A realidade virtual tem potencial para os dois tipos de envolvimento (passivo e activo) ao permitir a exploração de um ambiente virtual e ao propiciar a interacção do utilizador com um mundo virtual dinâmico.

A realidade virtual, contudo, não era tradicionalmente partilhada por vários utilizadores em simultâneo, sendo as experiências nesse sentido apoiadas em plataformas tecnológicas específicas a aplicações concretas e de complexo *deployment*. Recentemente, as plataformas de mundos vir-

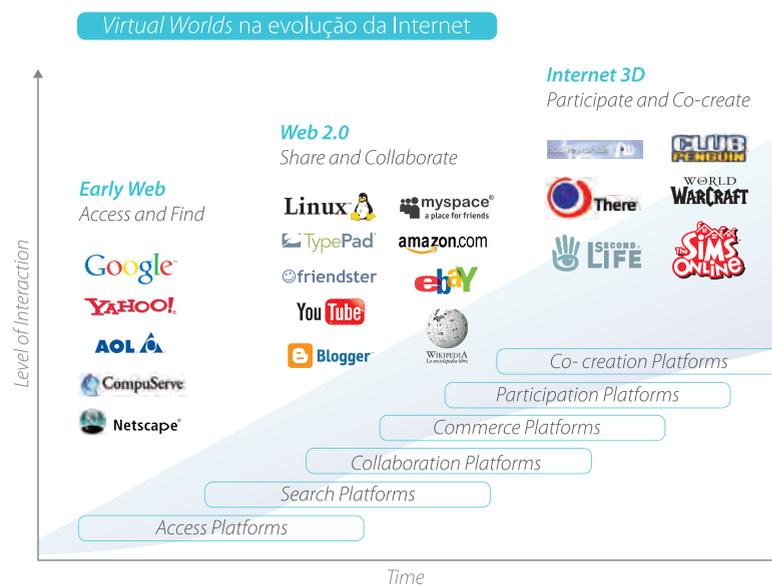


Figura 2 – Web 2.0 e Mundos Virtuais

tuais 3D multi-utilizador, vieram alterar significativamente este cenário, com ferramentas simples de desenvolvimento de modelos 3D interactivos. Possibilitam assim a utilização e desenvolvimento de simulações partilhadas, multi-utilizador, com menos recursos e mais flexibilidade e agilidade de desenvolvimento.

O recurso a protocolos comuns a várias plataformas simplifica também o *deployment* do software de acesso às mesmas. Formadores com preparação adequada podem preparar simulações simples, adequadas a partes específicas de um plano de formação, que anteriormente implicariam recursos consideráveis de programação, modelação 3D e tratamento multimédia. Isto sem comprometer a possibilidade de empregar as mesmas plataformas para projectos mais ambiciosos em termos de recursos.

O projecto MULTIS originou um protótipo demonstrador dos métodos que permitem viabilizar a integração dos mundos virtuais OpenSimulator / Second Life com o LMS Formare, bem como saber-fazer e conhecimentos sobre aspectos técnicos e operacionais.

Este protótipo permitiu que os utilizadores do LMS Formare passassem a poder utilizar as suas credenciais de autenticação num mundo virtual OpenSimulator associado a este LMS.

Mas, acima de tudo, este protótipo concretiza a ideia original do projecto e demonstra a viabilidade de um conceito concreto: gerir, a partir da interface *Web* tradicional de um sistema LMS, as características e funcionalidades disponíveis num espaço 3D, mas também alguns novos tipos de dados e de conteúdo por ele proporcionados (por exemplo, registo no LMS de conteúdo 3D atribuível a diversas acções de formação). Permite, ainda, demonstrar a viabilidade de unificar aspectos como a utilização das mesmas credenciais de utilizadores entre o espaço 3D e o LMS e a gestão de conteúdo 3D a partir do LMS.

O projecto originou também uma compreensão mais ampla de aspectos de arquitectura informática subjacentes a esta integração de ambientes *Web* e 3D, originando propostas de registo de propriedade intelectual que se encontram em elaboração.

A título de exemplo, a operadora móvel brasileira Vivo iniciou o processo de integração destes cenários em ambiente real de formação para um curso de acolhimento dos seus colaboradores.



Figura 3 – Área de integração LMS 2D com 3D para a Vivo em contexto SL

4. Aprender em contexto de *Serious Game* (Projecto LMS 3D)

Para além da componente de Sistema de Gestão de aprendizagem, foi igualmente definido um projecto para a criação de um protótipo de conteúdo multimédia interativo em contexto de *Serious Game*.

Os *Serious Games* (SG) representam um progresso nos processos de aprendizagem na medida em que combinam formas de avaliação e formação tradicional com métodos modernos que os videojogos utilizam hoje em dia regularmente (Chen, 2006). Estabelecem um padrão de formação mais complexo que permite ultrapassar os métodos de formação e avaliação simplistas, na medida em que colocam o formando constantemente à prova sob situações que encontram na realidade.

Desta forma, iniciou-se a segunda fase do projecto designado por LMS 3D com o objectivo de desenvolver todo o processo de modelação para o LMS 3D e um protótipo de um jogo (sério) que fornecesse à PT Inovação (PTIn) as ferramentas necessárias para auxiliar e complementar o processo de acolhimento dos novos colaboradores bem como apresentar-se como uma ferramenta de formação e avaliação da formação dos mesmos.

No protótipo desenvolvido estruturou-se um conjunto de desafios considerados fundamentais para se aferir a capacidade do jogo enquanto elemento de formação que possibilite uma aprendizagem rápida, eficaz e eficiente de aspectos relacionados com a integração dos novos elementos na empresa e da forma de se actuar dentro da mesma. Simultaneamente, o jogo procura aferir a forma como o utilizador resolve esses desafios, apresentados como uma forma de entretenimento. Neste sentido, estabeleceram-se desafios para dife-

rentes áreas de aplicação no contexto do acolhimento dos novos colaboradores, tais como:

- > Apresentação da estrutura física da PT Inovação: conhecimento dos vários edifícios e principais unidades através de uma representação em mapa (Edifício Principal, Edifício 1, Edifício 2, Portaria e Cantina);
- > Estacionamento do veículo: aplicação de regras inerentes ao estacionamento de veículos no parque de estacionamento da PT Inovação;
- > Conhecimento da Unidade CMC: apresentação de alguns dos colaboradores da unidade através do reconhecimento e associação da sua fotografia às suas funções e cargos;
- > Conhecimento do funcionamento do serviço de *Helpdesk*: reportar avaria de portátil através de ligação pelo número interno;
- > Conhecimento da Comissão Executiva: marcação de reunião física com representante da CE através do envio de e-mail interno;
- > Conhecimento dos principais focos da área do Marketing: apresentação dos principais produtos PTIn.

Estes desafios apresentam-se de forma livre e não sequencial, no sentido de fornecer ao utilizador uma experiência mais próxima à sua experiência diária no seio da empresa. Estes cenários presentes no jogo foram desenvolvidos num ambiente tridimensional e processados (renderizados) para duas dimensões, por forma a melhorar a acessibilidade e jogabilidade. Apesar de ter existido liberdade criativa no



Figura 4 – Espaço *Serious Game* da PT Inovação

que diz respeito à arquitectura dos cenários presentes no SG, observou-se um cuidado relativo ao ambiente e *feeling* do mesmo, de modo a que transparecesse a imagem que é transmitida pela PTIn, ao mesmo tempo que mostrasse consistência no seu design.

O protótipo desenvolvido apresenta ainda funcionalidades de integração com a plataforma FORMARE o que constitui uma vantagem importante e estratégica do ponto de vista da formação. Esta integração permite, por exemplo, a apresentação transparente dos *scores* obtidos pelos utilizadores na plataforma e a sua análise pós-jogo para efeitos de formação contínua.

Com a realização dos testes de usabilidade, efectuados a utilizadores na PT Inovação, compreendeu-se que, de um modo geral, os formandos revelaram-se bastante satisfeitos, compreenderam e retiveram a informação, acharam o protótipo bastante apelativo e demonstraram expectativas elevadas para a realização de um modelo finalizado do protótipo do *Serious Game*.

5. Conclusões

A implementação do *eLearning* nas organizações pode ser considerada como um processo consolidado. Sendo os sistemas de gestão da aprendizagem e de conteúdos considerados hoje como componentes maduros e estáveis, foi dado particular destaque à Inovação e aos desenvolvimentos mais recentes em projectos de I&D, realizados em parceria com Universidades portuguesas conceituadas (UA, UC e UTAD),

nomeadamente o projecto LMS 3D, o projecto PoLO e o projecto MULTIS, com o objectivo de demonstrar a inovação ao serviço da Formação em novos contextos e a sua aplicabilidade real.

Através destes projectos foi possível criar protótipos e experimentar cenários evolutivos. Avaliaram-se, ainda, algumas considerações futuras sobre a inovação ao serviço da educação e da formação do ponto de vista tecnológico, nomeadamente no que diz respeito à integração de sistemas 2D e 3D, a ambientes personalizados de aprendizagem, a ambientes imersivos de formação em contextos de *Learning 3D* e a desafios do tipo *Serious Game*.

Este tipo de serviço irá, certamente, ter um impacto significativo na evolução dos produtos da PT Inovação nesta área de actividade (Formação e *eLearning*) e, consequentemente, melhorar a aceitação dos mesmos pelos clientes Formare.

Referências

- T. Berners-Lee, J. Hendler, and O. Lassila, O., The Semantic Web. *Scientific American* 284, no.5, 28-37, 2001.
- [2] P. Dodds, . The SCORM Overview, Version 1.2, Advanced Distributed Learning, Alexandria, VA, 2001
- [3] A. Ponte, B. Antunes, P. Gomes, A. Santos, R. Carvalho, PEGAC: Um Sistema para a Gestão Unificada de Aprendizagem e Competências. In Proc. of the 8ª CAP-SI - Conferência da Associação Portuguesa para os Sistemas de Informação, October 2008, Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal.
- [4] Andreas Vilela, Márcio Cardoso, Daniel Martins, Arnaldo Santos, Lúcia Moreira, Hugo Paredes, Paulo Martins, Leonel Morgado, "Privacy challenges and methods for virtual classrooms in Second Life Grid and OpenSimulator", Proceedings – 2nd International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications – VS-GAMES 2010, Los Alamitos, California, EUA, IEEE Computer Society, 2010, pp.167-174.
- [5] S. Chen, D. Michael, Serious games: Games that educate, train, and inform. Boston, MA: Thomson Course Technology, 2006.
- [6] T. Susi, M. Johannesson, P. Backlund, Serious Games – An Overview. School of Humanities and Informatics - University of Skövde, Sweden, 2005.

Um agradecimento especial aos estagiários Marília Moita e ao Ricardo Magalhães por alguns textos que elaboraram no relatório final do projecto Serious Game e LMS 3D.

Leonel Morgado, é Professor Auxiliar da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, onde lecciona metodologias de programação, plataformas sociais e mundos virtuais. Desenvolve trabalho de investigação científica e desenvolvimento tecnológico sobre mundos virtuais desde 2000, em especial no apoio tecnológico ao ensino e à aprendizagem, tendo vindo a concentrar-se nas plataformas multi-utilizador desde 2006. É autor de mais de 50 publicações científicas, incluindo artigos em revistas, comunicações em conferências e capítulos de livros. Antes de abraçar a carreira académica foi terminologista da localização do MS Office 97 e do *Oracle InterOffice*, consultor linguístico da IBM/Lotus, coordenador de equipas de desenvolvimento *Web* e de implantação de software, gestor de equipas de combate à info-exclusão e director técnico-comercial de uma empresa de importação, distribuição e venda de hardware.

Luís Pedro, Licenciado em Novas Tecnologias da Comunicação pela Universidade de Aveiro, Portugal (1998) e doutorado pela mesma Universidade em Tecnologia Educativa (2005). Docente do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro e membro das Direcções do Mestrado em Comunicação Multimédia e do Programa Doutoral em Multimédia em Educação. Membro da unidade de investigação cetac.media com interesses de investigação nas áreas de desenvolvimento e integração de ferramentas Web 2.0 e social media em Educação e de desenvolvimento e utilização de jogos em contextos de formação e educação.

Paulo Gomes, é Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra, onde lecciona Web Semântica, Inteligência no Negócio e Sistemas Inteligentes para a Gestão de Conhecimento. Desenvolve trabalho de investigação científica e desenvolvimento tecnológico nas áreas de: Web Semântica, Processamento de Linguagem Natural, Gestão de Conhecimento e Análise Inteligente de Dados, em especial no apoio tecnológico ao ensino e à aprendizagem, tendo vindo a concentrar-se em mecanismos de pesquisa e personalização da aprendizagem. É autor de mais de 50 publicações científicas, incluindo artigos em revistas, comunicações em conferências e capítulos de livros. A nível empresarial é co-fundador da Reusable IT, spin-off da Universidade de Coimbra, que é especialista no desenvolvimento de motores de pesquisa semântica.

Arnaldo Santos, é licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, Mestre em Engenharia Informática, ramo eLearning e Multimédia na Formação, pela Universidade de Coimbra e Doutorando em Ciências e Tecnologias da Comunicação pela Universidade de Aveiro. Pertence à estrutura de Gestão da PT Inovação, onde desempenha o cargo de gestor pelo departamento de "Formação e eLearning". É gestor e orientador de vários estágios de investigação e de desenvolvimento na área da gestão de conhecimento, comunidades de aprendizagem distribuídas e da formação ao longo da vida. Responsável pela especificação e coordenação do desenvolvimento de vários suportes pedagógicos em formato multimédia - conteúdos para eLearning. Autor e co-autor de vários livros e de numerosos artigos e comunicações na área da gestão da formação, do ensino a distância, do bLearning e do eLearning.

Filipe Peixinho, trabalha há 17 anos na PT Inovação, actualmente no departamento de Investigação Aplicada e Difusão do Conhecimento mais precisamente na divisão de Formação e eLearning. Lidera a equipa de desenvolvimento da plataforma Formare, concebendo novas funcionalidades para os seus clientes entre eles o Grupo PT, VIVO entre outros. Participa activamente em projectos de investigação na área do eLearning nomeadamente na utilização de ambientes virtuais e tridimensionais de formação e utilização de Learning Objects nas organizações.

Lúcia Moreira, é licenciada em Novas Tecnologias da Comunicação pela Universidade de Aveiro e doutoranda em Informação e Comunicação em Plataformas Digitais. Trabalha actualmente no Departamento de Investigação Aplicada e Difusão do Conhecimento onde é responsável pela equipa de desenvolvimento de conteúdos multimédia para Formação e eLearning. Formadora do curso Formação Pedagógica de eFormadores. Autora e co-autora de artigos e comunicações na área da comunicação multimédia, usabilidade de interfaces Web, eLearning e novos cenários de aprendizagem virtual. Participou ainda em projectos de investigação como eContents, Multis, PoLO.

Pedro Almeida, licenciado em Novas Tecnologias da Comunicação pela Universidade de Aveiro, Portugal (1997) e doutorado pela mesma Universidade em Ciências e Tecnologias da Comunicação (2006). Docente do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro e coordenador do Mestrado em Comunicação Multimédia. Membro da unidade de investigação cetac.media com interesses de investigação nas áreas de desenvolvimento e integração de ferramentas Web 2.0 e jogos (Serious Games) em Educação e Formação; mobile contextware applications; e Social TV ^ redes sociais em plataformas de Televisão Interactiva (IPTV).

04

Rich communications and collaboration framework

palavras-chave:
Colaboração, Comunicação, SDF/SDP, RNG,
Widget, Processos de Negócio, RCS

A colaboração e cooperação entre indivíduos e organizações são uma das principais tendências que orientam a evolução do mercado. Esta tendência é alimentada por uma sociedade ecologicamente mais consciente que procura novas metodologias de trabalho e de organização que evitem as deslocações constantes para, por exemplo, trabalhar, estudar, aprender e terem assistência médica.



Paulo Chainho



Pedro Taborda



Neutel Rodrigues



Mauro Batista



João Sousa



Bernardo Ferreira



Hugo Fernandes

Este artigo apresenta a plataforma RCCF (*Rich Com-munications and Collaboration Framework*) que procura satisfazer estas necessidades de mercado com um conjunto de poderosas funcionalidades, para construir aplicações de colaboração e comunicação, à medida das necessidades de cada cliente, de acordo com os princípios arquiteturais do *Service Delivery Framework (SDF)*.

1. Introdução

A colaboração e cooperação entre indivíduos e organizações é uma das principais tendências que orientam a evolução do mercado, em particular o mercado empresarial. O constante aumento dos custos das viagens, da disseminação do acesso às Redes de Nova Geração e a melhoria contínua das capacidades multimédia dos terminais, alimentam uma forte procura por formas mais eficientes para comunicar e colaborar, numa sociedade ecologicamente mais consciente e ávida por encontrar novas metodologias de trabalho (e.g. teletrabalho) e de organização (equipas geograficamente dispersas, organizações horizontais). As pessoas e as organizações dispersas geograficamente, querem por exemplo, trabalhar, estudar, aprender ou terem assistência médica, sem necessidade de viajar.

Este artigo apresenta a plataforma RCCF que procura satisfazer estas necessidades de mercado com um conjunto de poderosas funcionalidades para construir aplicações de colaboração e comunicação à medida das necessidades de cada cliente, de acordo com os princípios arquitecturais do *Service Delivery Framework* (SDF) [1]. As aplicações construídas com esta plataforma aproveitam a inteligência colectiva do efeito da rede (Web 2.0) [2] para aumentar o seu uso e a sua qualidade, potenciada por emergentes paradig-

mas de comunicação e colaboração com destaque para *Google Wave*[3], *Communication Enabled Business Process* (CEBP) [4], *Webconference e Telepresence*.

Na secção 2 são apresentados os principais conceitos que sustentam a plataforma RCCF, sendo a sua arquitectura introduzida na secção 3. Na secção 4 é apresentado o protótipo actual que demonstra as capacidades do RCCF através da aplicação *Rich Communications and Collaboration Suite (RCCS) Widgets*. O potencial de negócio do RCCF é apresentado na secção 5, sendo as conclusões apresentadas na secção 6.

2. Principais conceitos

As características inovadoras da plataforma RCCF são sustentadas por um conjunto de poderosos conceitos.

Uma **Conversa** modeliza uma colecção estruturada de comunicações (e.g. *chat*, *videoconferência*) e *partilhas* (e.g. *ficheiros*, *slideshow*) efectuadas no seio de um grupo de utilizadores; exemplos de conversas:

- > Conversas organizadas por projecto de trabalho;
- > Conversas organizadas por curso de formação;
- > Conversas organizadas por cliente;

- > Conversas organizadas por férias;
- > Conversas organizadas por amigo.

Um **Grupo da Conversa** representa o conjunto de utilizadores envolvidos numa conversa. Um Grupo pode ser criado explicitamente para dar suporte a uma conversa, por exemplo:

- > Grupo de colaboradores que irão participar numa Conversa sobre um Projecto de trabalho;
- > Grupo de Alunos que irão frequentar um curso de formação;

ou pode já existir e ser reutilizado em várias conversas, exemplos:

- > Grupo de Colaboradores que trabalham na mesma direcção da empresa;
- > Grupo de Amigos.

Uma conversa pode ser estruturada em várias sessões, contextualizadas por um tópico, exemplos:

- > Aula sobre Java Servlets que faz parte de um Curso de JEE;
- > Reunião para análise de Requisitos de um projecto de desenvolvimento.

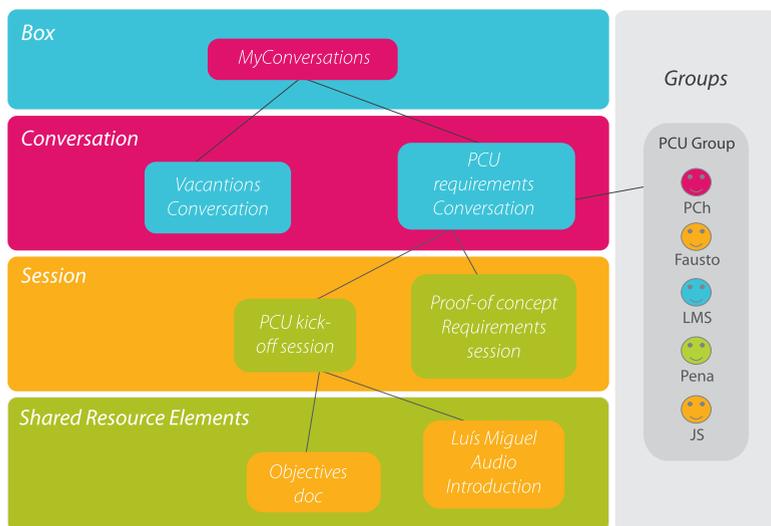


Figura 1 – Conversation Enabler Main Concepts

Um **Recurso** representa qualquer tipo de artefacto digital partilhável numa sessão da conversa:

- > A voz e a imagem dos participantes numa sessão de conversa usando funcionalidades de áudio e vídeo conferência;
- > Mensagens de texto escritas numa sessão de conversa usando funcionalidades de *chat*;
- > Ficheiros partilhados numa sessão;
- > Um documento alvo de edição colaborativa numa sessão;
- > Um desenho feito colaborativamente numa sessão usando funcionalidades de *whiteboarding*;
- > Uma apresentação de diapositivos numa sessão usando funcionalidades de *slideshow*;
- > Um ambiente de trabalho de computador, partilhado numa sessão usando funcionalidades de *desktop sharing*;
- > Um mapa visualizado numa sessão;
- > Fotos visualizadas numa sessão;
- > Música ouvida numa sessão;
- > Filmes vistos numa sessão.

O RCCF suporta o controlo de **sessões híbridas**, i.e. as sessões de conversa podem ter participações síncronas ou assíncro-

nas. Numa participação síncrona, os participantes estão todos presentes na sessão quando partilham recursos e.g. um participante fala e todos os restantes participantes ouvem ao mesmo tempo as suas palavras, usando funcionalidades de audioconferência. Numa participação assíncrona, os participantes podem não estar todos presentes na sessão quando partilham recursos, – e.g. um participante edita parte de um documento que é visualizado mais tarde pelos restantes participantes.

Para dar suporte a esta capacidade de controlo de sessões híbridas, o RCCF disponibiliza funcionalidades de **reprodução**

do **histórico** de uma sessão de conversa, permitindo a um participante que entre a meio de uma sessão, ver todo o fluxo colaborativo que decorreu desde a criação da mesma até à sua entrada. Adicionalmente é possível arquivar, exportar e publicar uma sessão para utilizadores exteriores a esta, podendo estes seguir todo o seu fluxo como se tratasse de uma apresentação. Numa mesma sessão os participantes podem usar **múltiplos tipos de terminais** incluindo PC, telemóveis e televisão. Adicionalmente, um mesmo participante pode usar mais do que um terminal usando em cada um deles as funcionalidades de partilha de recursos mais adequadas de acordo com as capacidades dos terminais, e.g. chat para telemóveis e vídeo para a televisão.

Um dos principais objectivos do RCCF é facilitar a criação rápida de novas aplicações pela disponibilização de APIs e pela composição de *widgets* reutilizáveis. Consideram-se dois tipos de *widgets*:

- > 1. **Service enabler widgets** com funcionalidades genéricas de gestão de conversas e grupos, e.g. *MyConversations Widgets* e *MyGroups Widget*;
- > 2. **Resource widgets** com funcionalidades específicas de partilha de recursos, e.g. *Chat Widget* e *Slide-show Widget*.

Adicionalmente, o RCCF suporta a sua **Extensibilidade** com novas funcionalidades de Partilha de Recursos, tornando muito simples a extensão duma aplicação existente com novas funcionalidades de Partilha de Recursos.



Figura 2 – Extensibilidade

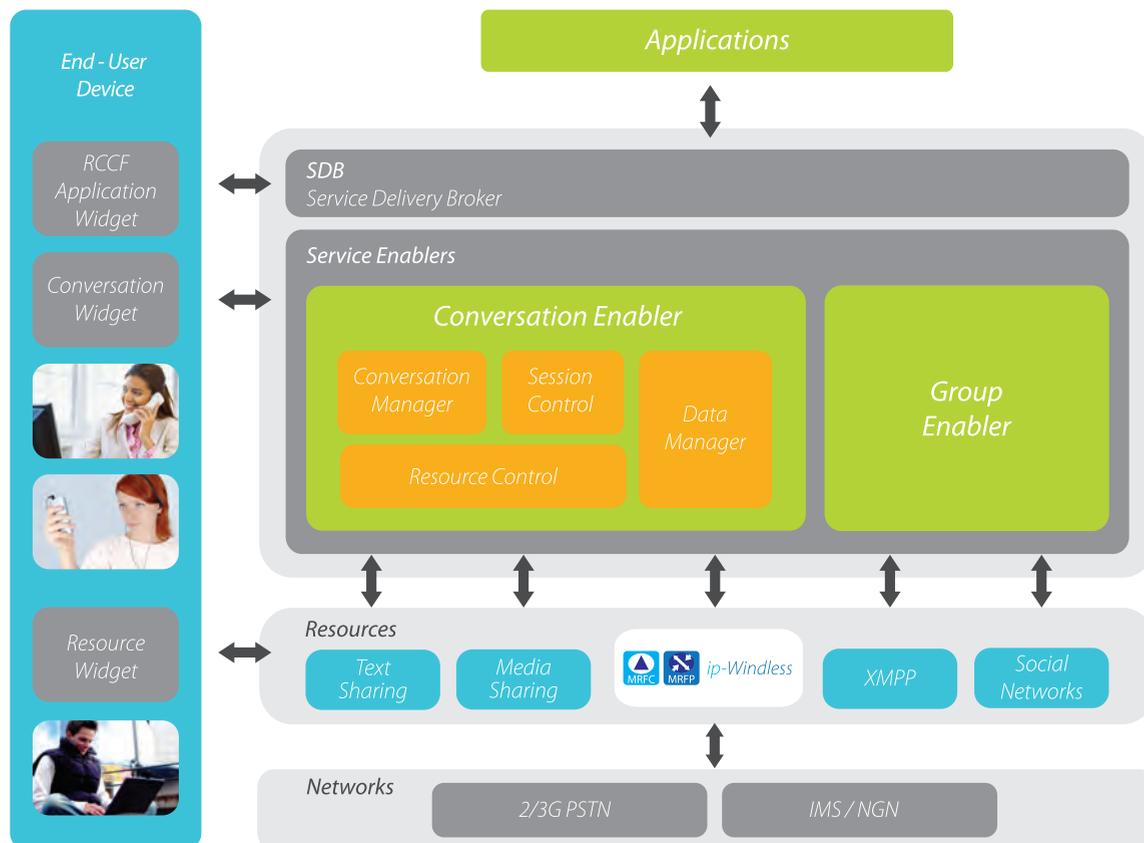


Figura 3 – Arquitectura de um RCCF

3. Arquitectura

A arquitectura do RCCF segue os princípios arquitecturais de Fornecimento de Serviços [1][5], sendo constituído por dois *service enablers* - o *Conversation Enabler* e o *Group Enabler* – que expõem as suas funcionalidades aos programadores de aplicações através de *Web Services* expostos no *Service Delivery Broker* (SDB). O *Group Enabler* disponibiliza funcionalidades para uma gestão unificada de Grupos, agregando diferentes fontes de dados de grupos de diferentes recursos de rede, incluindo servidores LDAP, Servidores XDM, Servidores XMPP e redes sociais como o MSN, Google, LinkedIn, etc.

O *Conversation Enabler* é o subsistema do RCCF que disponibiliza as principais funcionalidades sendo constituído pelas seguintes componentes:

- > O *Conversation Manager* disponibiliza funcionalidades para criar, actualizar, remover e aceder a Conversas e Sessões das Conversas;
- > O *Session Control* é responsável por

controlar as Sessões da Conversa numa forma agnóstica dos Servidores de Recursos de Partilha usados;

- > As componentes de *Data Manager* são responsáveis por garantir a persistência dos dados das Conversas e das Sessões;
- > Os controladores de recurso controlam directamente os Servidores de Partilha de Recursos incluindo servidores de audioconferência, videoconferência, chat, *slideshow*, *whiteboard* e edição colaborativa de documentos.

Do lado do terminal, o *Conversation Enabler* disponibiliza um conjunto de *widgets* que podem ser facilmente reutilizados para o desenvolvimento de novas aplicações. Do mesmo modo, cada Servidor de Recursos disponibiliza os seus *resource widgets* a reutilizar na criação de novas aplicações.

São disponibilizados mecanismos de extensibilidade para facilitar a integração de novos Motores de Partilha de Recursos com novas funcionalidades de parti-

lha, através do *plugin* de novas componentes de Controladores de Recursos.

4. Protótipo

Para demonstrar as funcionalidades do RCCF foi desenvolvida a aplicação *RCCS Widgets*, que pode ser usufruída de diferentes modelos de telemóveis e de diferentes browsers de PC, sem necessidade de instalar qualquer tipo de software. São disponibilizados os seguintes *widgets* de Serviço:

- > O *MyContacts Widget* usa o *Group Enabler* para importar os contactos do telemóvel e para disponibilizar uma vista unificada de listas de contactos que podem estar dispersas em diferentes locais como o telemóvel, Outlook e Redes Sociais (e.g. Google, SAPO, etc.). A lista de contactos é um dos pontos de partida para iniciar uma conversa com um ou mais contactos;
- > O *MyConversations Widget* disponibiliza funcionalidades semelhantes às funcionalidades de Caixa de Correio Electrónico mas aplicado às Conversas, disponibilizando funcionalidades de



Figura 4 – MyConversations Widget. versão mobile

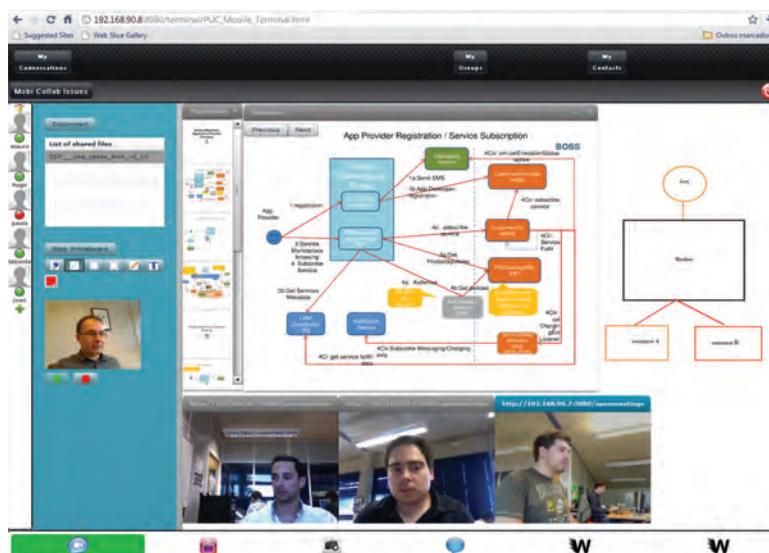


Figura 5 – Session Widget. versão desktop

gestão de lista de conversas e de sessão de conversas e entrada nas sessões através do *Session Widget*;

- > O *Session Widget* disponibiliza um controlo unificado das *resource widgets* que dão suporte às funcionalidades de Colaboração, incluindo Estado da Sessão e Gestão dos Participantes (listagem de participantes, adicionar/remover participante).

Para as funcionalidades de colaboração de partilha de recursos, são disponibilizados os seguintes *resource widgets*:

- > O *Video Widget* disponibiliza UI para mostrar a imagem de vídeo dos participantes;
- > O *Chat Widget* disponibiliza funcionalidades de escrita de mensagens de texto entre os participantes da sessão;
- > O *MediaSharing Widget* disponibiliza funcionalidades de partilha de ficheiros (listar ficheiros, *upload/download* de ficheiro, apagar);
- > O *Slideshow Widget* disponibiliza funcionalidades de apresentação de diapositivos para todos os restantes participantes da sessão. As apresentações são carregadas na sessão através do *Media Sharing Widget*;
- > O *Whiteboard Widget* disponibiliza funcionalidades de *whiteboard* i.e., escrita ou desenho de imagem numa simulação de Quadro.

Para além destes *resource widgets* é disponibilizado um grupo de *gadgets wave* suportado num motor de partilha de *widgets*, incluindo *widgets* de *task management*, jogos Sudoku, mapas, votação, etc.

5. Importância para os negócios do Grupo PT

O mercado das comunicações colaborativas oferece inúmeras oportunidades de negócio para o desenvolvimento de produtos baseados no RCCF e à medida das necessidades de cada cliente. A capacidade de satisfazer em pleno as necessidades específicas de cada cliente aumenta se fo-

rem usados outros *service enablers* do ecossistema SDF, tirando partido de todos os activos existentes num operador de Telecomunicações, com destaque para, os sistemas de suporte ao negócio como *Billing* e CRM, e outros serviços nucleares de comunicação de voz e mensagens. Esta abordagem contrasta com as ofertas dos principais fornecedores nesta área, que usam uma filosofia do tipo "one size fits all", com uma limitada flexibilidade para a construção de soluções feitas à medida das necessidades dos clientes e da sua integração no ecossistema de serviços do *Service Delivery Framework*.



Figura 6 – Video Resource Widget. Versão Mobile



Figura 7 – Slideshow Resource Widget. Versão Mobile



Figura 8 – Task Management Google Wave Resource Widget

Alguns exemplos de aplicação do RCCF incluem:

eBusiness - Negociação e compra online de produtos onde as conversas podem estar estruturadas por fornecedores, e as sessões contextualizadas pelos produtos negociados e comprados;

CRM - Marketing de novos produtos, assistência pré-venda e pós-venda com conversas estruturadas por produto ou cliente. Sessões de divulgação, *workshops*, assistência técnica na utilização de produtos, acompanhamento de resolução de problemas, etc.

Administração pública

Apoio à operação dos serviços da administração pública incluindo:

- > Direcção Geral dos Impostos com conversas estruturadas por ano fiscal ou contribuinte e sessões para assistência remota no preenchimento da declaração de impostos, sessões para fiscalização remota das declarações;
- > Serviço Nacional de Saúde pública com conversas estruturadas por doença ou utente, e sessões para consultas/assistência remota em casa ou nos centros de saúde com colaboração de especialistas remotos;
- > Justiça e Tribunais com conversas estruturadas por caso ou suspeito e Sessões de julgamento e depoimentos com intervenientes remotos, sessões de dis-

cussão privada do júri, etc.;

- > Escolas públicas com conversas estruturadas por turma, disciplina, curso e sessões por aula. Naturalmente o RCCF também é aplicável ao ensino privado e formação profissional em geral.

Governance

Apoio à gestão empresarial ou pública incluindo controlo financeiro, planeamento estratégico, etc. As conversas podem ser estruturadas por tema, ano fiscal ou direcção.

RCS - Rich Communication Suite [6]

O RCCF combinado com outros Service Enablers do SDF como o de Presença, permite desenvolver aplicações do tipo *Rich Communication Suite* - RCS.

6. Conclusões

Este artigo apresentou a plataforma RCCF que procura satisfazer as necessidades crescentes de colaboração e cooperação entre indivíduos e organizações. Para o efeito a RCCF disponibiliza um conjunto de poderosas funcionalidades para construir aplicações de colaboração e comunicação à medida das necessidades de cada cliente, de acordo com os princípios arquitecturais do *Service Delivery Framework* (SDF). Foi introduzido o protótipo *RCCS Widgets* que demonstra as capacidades do RCCF disponibilizando funcionalidades de videoconferência, *slideshow*, *chat*, *whiteboard*, etc., no PC e nos Telemóveis.

Mas o verdadeiro potencial disruptivo do *Rich Communications and Collaboration Framework* - RCCF, irá surgir quando fizer parte do ecossistema de serviços do SDF, permitindo aliar as funcionalidades de colaboração com outras funcionalidades, com destaque para os facilitadores de negócio, que permitam uma cooperação efectiva entre processos de negócio dos participantes das sessões de conversação. Deste modo será possível, automatizar e reduzir atrasos nos fluxos entre processos, tornando possível, e.g., desencadear e registar processos a partir de comunicações e.g. transacção comercial efectuada durante conversa telefónica - e desencadear comunicações a partir de um processo de negócio e.g. sessão de videoconferência para processo de aprovação duma compra.

Naturalmente, este potencial só será atingido se for adoptada uma atitude de *first mover*, correndo riscos no lançamento de serviços disruptivos, cultivando a Cultura da criatividade e inovação da Web duma forma harmoniosa com a Cultura da Qualidade das Telecomunicações.

Referências

- [1] TMF061 - Service Delivery Framework Reference Architecture, TM Forum, November 2009.
- [2] Web Squared: Web 2.0 Five Years On, <http://www.web2summit.com/web2009/public/schedule/detail/10194>
- [3] Google Wave Protocol, <http://www.waveprotocol.org/>
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Communication_Enabled_Business_Process
- [5] OMA-AD-Service-Environment-V1_0_5-2009-A, OMA Service Environment, Open Mobile Alliance, October 2009
- [6] Rich Communication Suite (RCS), http://www.gsmlworld.com/our-work/mobile_lifestyle/rcs/index.htm
- [7] "Socorro! Sou um mero transportador de bits!", Paulo Chainho, Telma Mota, Revista Saber&Fazer Telecomunicações, Nº 7 2009
- [8] Google Wave Gadgets API: Tutorial <http://code.google.com/intl/pt-PT/apis/wave/extensions/gadgets/guide.html>

Paulo Chainho, é licenciado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores pelo Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa e Mestre em Telecomunicações pela mesma universidade. Trabalha na PT Inovação desde 2001 na área das Aplicações e Plataformas de Serviços Convergentes para Redes de Nova Geração, incluindo soluções de Servidor de Aplicações SIP e SDP/SDF. Nestas actividades tem desempenhado funções de Gestão de Projecto e de Concepção das soluções. Entusiasta do "Open Source". Líder dos estudos Eurescom P1341 ("Next Generation Service Concepts") e P1344 ("Concepts for generic Telco Application Servers in the various Sub-domains of Telco industries"). Grande experiência em projectos Internacionais de Investigação e Desenvolvimento incluindo Eurescom, ETSI SPAN e EU IST. Consultaria na introdução de plataformas de serviços de Redes de Nova Geração no Grupo PT.

Pedro Taborda, é licenciado e mestre em Engenharia Informática pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Trabalha na PT Inovação desde 2008 na área das Aplicações e Plataformas de Serviços Convergentes para Redes de Nova Geração, onde participa activamente na concepção e implementação de projectos que visam desenvolver um catálogo de serviços de comunicação colaborativa que operam sobre terminais fixos e móveis.

Neutel Rodrigues, técnico de Electrónica e Telecomunicações, ingressou na PT Inovação em 2003 no departamento de Protocolos e Plataformas de Aplicação do Pólo de Lisboa. Especialista em Voz sobre IP, incidindo principalmente no protocolo SIP tem como alguns dos exemplos dos trabalhos desenvolvidos os serviços de Conferência (áudio e IM), *Multimedia Ringback Tone*, *Resource Adaptor* de XMPP para *Mobicents*, um canal de RTSP para *Asterisk* para controlo de *streaming* de vídeo e o projecto *EPGServer* actualmente em exploração na TMN. Exerce neste momento funções de programador no DPM3 onde está envolvido no projecto *Hammer* para a TMN.

Mauro Batista, é licenciado em Engenharia Informática pelo Instituto Politécnico de Coimbra Trabalha na PT Inovação desde 2008 na área das Aplicações e Plataformas de Serviços Convergentes para Redes de Nova Geração, onde participa activamente na concepção e implementação de projectos que visam desenvolver um catálogo de serviços de comunicação colaborativa que operam sobre terminais fixos e móveis.

João Sousa, é licenciado em Engenharia de Redes de Comunicações pelo Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa e Mestre em Engenharia de Redes de Comunicações pela mesma universidade. Trabalha na PT Inovação desde Setembro de 2009 onde concluiu um estágio académico no âmbito da sua tese de mestrado: "MOBI-COLLAB: Aplicações de Colaboração para dispositivos móveis". Encontra-se neste momento a realizar um estágio profissional, também na PT Inovação, onde tem vindo a desenvolver competências no desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis, e também, no desenvolvimento de W3C *Widgets*.

Bernardo Ferreira, licenciado em Engenharia Informática pela Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa (FCT-UNL), encontra-se presentemente a aguardar pela realização da defesa da sua dissertação de mestrado, produzida em colaboração com a PT Inovação. Enquanto aluno de mestrado foi bolseiro do Departamento de Informática da FCT-UNL, tendo participado em projectos de investigação do departamento e tendo dado aulas práticas de Introdução à Programação e de Introdução aos Computadores e à Programação. Encontra-se actualmente a trabalhar nas áreas de Comunicações Colaborativas e de Arquitecturas e Gestão de Serviços.

Hugo Fernandes, é licenciado e mestre em Engenharia Informática pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Começou a trabalhar na PT Inovação em 2009 no âmbito da realização da sua tese de mestrado: "Framework para Aplicações Multi-Plataforma". Actualmente, realiza um estágio profissional, também na PT Inovação, onde prossegue o trabalho que anteriormente começou a desenvolver, nomeadamente ao nível de funcionalidades multimédia colaborativas como vídeo-conferência, *slideshow* e *whiteboard*.

05

Carrier grade framework e a sua aplicabilidade

palavras-chave:
Carrier Grade Framework, alta disponibilidade,
middleware, *SA Forum*, *COTS*



Nuno Ribeiro



Roberto Paradinha



José Ribeiro



Sérgio da Silva

Hoje em dia, a disponibilidade de um serviço é um aspecto importante da sociedade. Uma falha num sistema de telecomunicações põe em causa serviços fundamentais, tais como emergência, controlo de tráfego aéreo, entre outros. Actualmente, as infra-estruturas de um serviço que garante alta disponibilidade, têm um tempo de actividade de pelo menos 99,999%, isto traduz-se em menos de cinco minutos de inactividade por ano.

Aliando a esta questão da alta disponibilidade, o actual forte e contínuo movimento de padronização de HW, SW e arquitecturas (*Telecommunications Computing Architecture, SA Forum*) em conjunto com a existência de um conjunto sólido de fornecedores das tecnologias sujeitas a essa padronização, está a mover os fornecedores de serviços e aplicações do desenvolvimento proprietário para uma abordagem baseada em standards, podendo resumir-se a sua estratégia em focar o esforço de I&D ao nível do SW (funcionalidades e aplicações) e deixar aos fóruns de padronização infra-estrutural e aos vários fornecedores a responsabilidade de evoluir tecnologicamente e desenvolver as plataformas de computação (COTS).

O *Service Availability™ Forum* (SA Forum) é um consórcio de empresas líderes no mercado que se propuseram desenvolver e divulgar especificações de interface de software, que visam a alta disponibilidade de um serviço, bem como a sua gestão.

O artigo pretende apresentar o estudo efectuado sobre este tema, bem como apresentar conclusões sobre as melhores soluções de *middleware* existentes no mercado que implementam com base nas especificações do SA Forum.

Número de "9s"	Downtime por ano	Aplicação típica
3 Noves (99,9%)	~ 9 Horas	Tipico desktop ou servidor
4 Noves (99,99%)	~ 1 Hora	Servidores de empresas
5 Noves (99,999%)	~ 5 Minutos	Servidores da classe de operadores
6 Noves (99,9999%)	~ 31 Segundos	Equipamentos de switch para transporte

Tabela 1– Classes de sistemas de alta disponibilidade

1. Introdução

A alta disponibilidade é um factor crucial no desenvolvimento de sistemas de telecomunicações no panorama actual e pode ser implementada através da introdução de recursos redundantes no sistema. A configuração destes recursos, assim como, a gestão da disponibilidade de todo o sistema, é muitas vezes independente da aplicação. Os serviços necessários para providenciar a alta disponibilidade (por exemplo a recuperação) podem ser implementados com um *middleware* genérico (1).

Actualmente a PT Inovação não tem uma abordagem comum na camada de *middleware*, ou seja, cada produto/solução tem a sua forma de garantir a alta disponibilidade e fornecer serviços à aplicação, tais como *logs*, eventos, mensagens, etc. Este facto acarreta elevados custos no desenvolvimento destes serviços, bem como na manutenção dos mesmos.

Este artigo tem como objectivo apresentar as conclusões de um estudo aprofundado das soluções existentes no mercado, quer sejam comerciais ou livres, de modo a verificar as funcionalidades que estas disponibilizam, averiguar o seu preço e o custo de uma possível adopção dessas soluções.

A estrutura deste artigo está organizada do seguinte modo: apresentação de conceitos relacionados com o tema *Carrier Grade Framework*, apresentação do organismo de normalização SA Forum, descrição dos serviços especificados pelo SA Forum, as implementações existentes no mercado (livres ou comerciais), uma breve apresentação dos resultados dos testes que foram efectuados às soluções es-

colhidas, a importância deste tema para os negócios do grupo PT e por fim as conclusões do nosso estudo.

1.1. Serviço de alta disponibilidade

Alta disponibilidade é a medida da probabilidade de um serviço estar disponível para uso em qualquer instante. Tipicamente é quantificada em termos do número de "9s". A Tabela 1 apresenta o tempo de inactividade anual de aplicações típicas de diversas classes de sistemas (2).

Actualmente as infra-estruturas de uma aplicação/serviço são geralmente descritas como tendo alta disponibilidade, se têm um tempo de actividade (*uptime*) de pelo menos "cinco noves" (99,999%). A disponibilidade é função da fiabilidade do sistema e reparação, enriquecida e apoiada pela redundância(3).

Fiabilidade

A fiabilidade é uma medida do tempo contínuo de actividade do sistema, na ausência de falhas. Sistemas altamente fiáveis são aqueles que têm uma maior média do tempo entre falhas (MTBF).

Tempo de reparação

Atingir a alta disponibilidade é também um factor do quão rapidamente um sistema pode ser reparado quando as falhas acontecem. O tempo de reparação é a medida de tempo que um dispositivo ou sistema pode ser reparado, calculado pela média do tempo de reparação (MTTR). A confiança no componente de um sistema é maior, quando menor for o MTTR.

Redundância

A redundância aumenta a capacidade de reparação de componentes individuais, criando um *backup*. Quando existirem vá-

rios recursos a fornecer a mesma funcionalidade, eles podem trocar em caso de falha em algum destes. A eficácia da redundância é em função da rapidez com que um componente *backup* possa entrar em serviço.

A alta disponibilidade é calculada pela seguinte fórmula: $MTBF / (MTBF + MTTR)$.

A chave para assegurar alta disponibilidade, é fornecer elementos que sejam fiáveis (MTBF muito alto), e que possam recuperar rapidamente em caso de falha (MTTR muito baixo). Se a alta disponibilidade for fornecida por sistemas fiáveis e com baixo tempo de reparação, menos redundância será necessária.

1.2. Commercial, off-the-shelf (COTS)

A complexidade dos sistemas informáticos aumentou significativamente nos últimos anos, de modo que é raro que uma empresa possa fornecer todos os componentes de um sistema. Deste modo, é frequente que componentes COTS sejam utilizados para integrar num sistema, funcionalidades que não sejam o *core business* da empresa.

Actualmente existem diversos fornecedores de soluções COTS para cada um dos componentes, que oferecem alternativas atractivas para as empresas que estão na área do desenvolvimento de *software*. Como resultado desta abordagem, as empresas poderão alocar os seus recursos apenas no desenvolvimento do *core* da aplicação permitindo que estas desenvolvam funcionalidades que as diferenciam da concorrência (4).

Os benefícios da utilização de *software* COTS são:

- > Redução do *Time-to-Market* para os produtos, visto que não é necessário desenvolver todo o sistema. No entanto é sempre necessário tempo para realizar a adaptação ao novo sistema;
- > Redução do custo de produção. Os fornecedores de *COTS* distribuem o custo de desenvolvimento por todos os seus clientes. Assim, podem investir na melhoria contínua do produto, fornecendo novas funcionalidades que as empresas individuais nem sempre podem pagar;
- > Incremento da qualidade dos produtos, já que os recursos humanos da empresa em vez de estarem a desenvolver outros componentes, apenas se focam na inovação dos produtos.

Os fornecedores dos componentes *COTS* assumem toda a responsabilidade inerente a melhorias dos componentes e correcções de *bugs* detectados pelos clientes (normalmente existe suporte 24 horas x 7 dias).

1.2. SA Forum

O *Service Availability™ Forum (SA Forum)* é um consórcio, composto por empresas líderes no mercado do desenvolvimento de produtos para áreas das telecomunicações e sistemas de informação, que se propuseram desenvolver e divulgar especificações de interface de *software*, que visam a alta disponibilidade de um serviço, bem como a sua gestão. Colaboram também, com organizações que lideram na estandardização tal como PICMG (*PCI Industrial Computer Manufacturers Group*), OSDL (*Open Source Development Labs*), DMTF (*Distributed Management Task Force*), NPF (*Network Processing Forum*) entre outros, de modo a definir o melhor sistema *COTS*. Desde a sua criação em 2001, o SA Forum tem-se focado na elaboração de especificações base para responder principalmente aos requisitos de disponibilidade, fiabilidade e segurança para uma ampla gama de aplicações. Até à data, o SA Forum publicou as seguintes especificações: a *Hardware Platform Interface (HPI)* e a *Application Interface Specification (AIS)*.

A Figura 1 ilustra um sistema de alta disponibilidade de acordo com as especificações do SA Forum.

2. Descrição das especificações SA Forum

2.1. Descrição Geral

As especificações da *Service Availability™ Forum* são elaboradas com o intuito de implementar os seguintes objectivos (6):

- > Separar conceitos de *hardware* e *software* para permitir uma evolução independente da gestão de *hardware*, *middleware* e aplicações;
- > Fornecer uma abstracção comum do hardware e recursos de *software* para fins de alta disponibilidade;
- > Permitir facilmente a integração de componentes *COTS* num sistema de alta disponibilidade, através de funções comuns, disponível dentro de um conjunto *frameworks* e serviços;
- > Focalizar nas interfaces em vez de nos protocolos, para garantir portabilidade e API comuns, permitindo a inovação e diferenciação na implementação do *middleware*;
- > Fornecer um modelo de programação simples, que abrange um amplo espectro de sistemas e aplicações;
- > Capacidade de actualizar (*upgrade*) componentes de *software* em execução no sistema.

A Figura 2 ilustra a arquitectura de uma aplicação baseada numa *framework* definida pelo SA Forum. A plataforma contempla, como funcionalidades chave, o conceito de alta disponibilidade e a gestão dos seus componentes.

2.2. Hardware Platform Interface Specification (HPI)

O HPI permite que as aplicações e o *middleware* ("HPI User") possam aceder e gerir, através de uma interface normalizada, os componentes de *hardware* que constituem

a solução. O objectivo principal desta interface é permitir a portabilidade do *middleware* entre diversas plataformas de *hardware*. A capacidade de monitorização e de controlo destes sistemas é fornecida através de um conjunto de interfaces consistentes e independentes da plataforma. A especificação disponibiliza estruturas de dados e definições funcionais, que podem ser utilizadas para interagir com subconjuntos de componentes da plataforma, ou mesmo do sistema na sua globalidade.

Resumidamente as funcionalidades do HPI podem ser divididas em 3 grandes áreas:

- > Descoberta – permite descobrir automaticamente e enumerar os recursos de *hardware* presentes no sistema. Além desta funcionalidade, permite a gestão dos recursos descobertos;
- > Monitorização – disponibilização da informação acerca do estado dos recursos de *hardware*, de uma forma padrão, para que as aplicações não tenham de que estar cientes das especificidades do *hardware* subjacente;
- > Gestão – permite a manipulação apropriada do estado de um conjunto de instrumentos de gestão, tais como, sensores, *displays*, limites de *thresholds*, etc.

Normalmente, os serviços especificados pelo HPI são implementados como bibliotecas na plataforma de *hardware*.

2.3. Application Interface Specification (AIS)

O AIS especifica um conjunto de funcionalidades que, quando implementado na

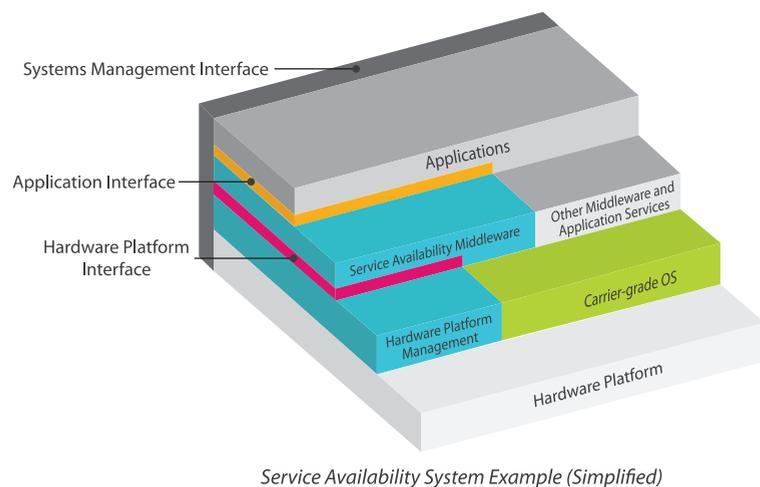


Figura 1 – Interfaces do SA Forum e os componentes do COTS(5)

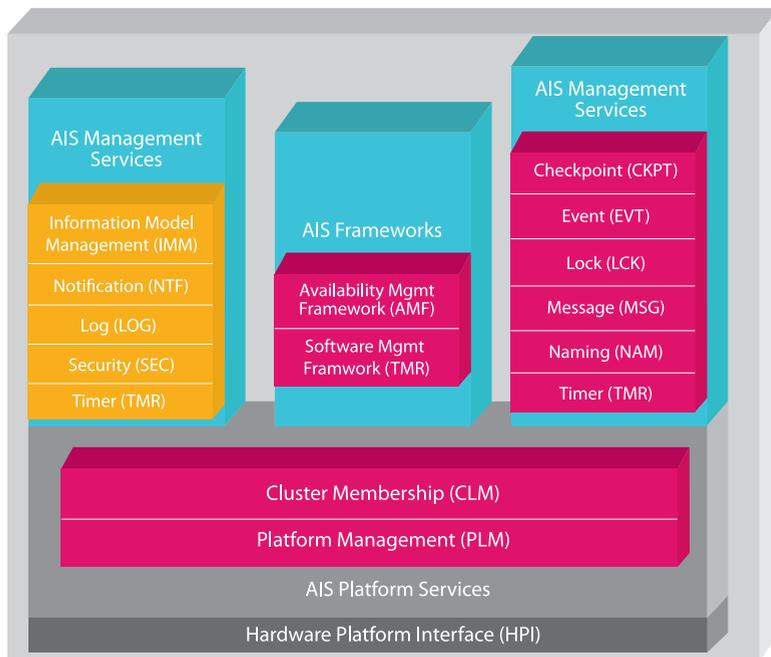


Figura 2– Serviços essenciais na arquitectura da plataforma de alta disponibilidade (3)

forma de um *middleware* orientado à disponibilidade de serviço, permite disponibilizar uma *framework* de alta disponibilidade e serviços associados a esta, que podem ser utilizados para o desenvolvimento de aplicações cujo foco é a alta disponibilidade.

A especificação do AIS abrange uma série de factores chave para o desenvolvimento de um *middleware* orientado à disponibilidade do serviço (Figura 2), tais como:

Platform Services

Proporcionam uma camada de abstracção sobre a plataforma de *hardware* e sobre os sistemas operativos, para as aplicações e os outros serviços do AIS:

- > **Platform Management Service (PLM)** fornece a abstracção necessária para o controlo das configurações do *hardware*, bem como do *software* de baixo nível (HW/OS) dos recursos. O PLM define API para a utilização na camada da aplicação de forma que seja possível efectuar a monitorização da mudança de estado de recursos específicos (via configuração);
- > **Cluster Membership Service (CLM)** fornece uma vista detalhada sobre o estado dos nós num *cluster*.

Management Services

Um compromisso de diversos serviços:

Information Model Management (IMM), *Notification* (NTF), *Log* (LOG) e segurança (SEC). Os serviços IMM, NTF e LOG juntos, oferecem serviços essenciais de gestão tanto para AIS *middleware*, bem como para aplicações. Eles disponibilizam as API necessárias para gerir todos os recursos representados pelos objectos no IMM *Information Model*. Aplicações e serviços AIS expõem no modelo de informação, as suas configurações e informações de gestão de tempo real, bem como, todas as suas operações administrativas. As notificações são registadas usando o serviço de LOG, que também pode ser usado separadamente. O serviço SEC está apenas definido para autorizar o acesso interno para o AIS e serviços HPI;

Frameworks

- > **Availability Management Framework (AMF)** - define a maneira de como coordenar os recursos redundantes dentro de um *cluster*, de modo a eliminar os possíveis pontos de falha. Esta *framework* fornece uma visão consistente de um sistema lógico que compreende uma série de nós, em que cada um deles disponibiliza vários recursos para um ambiente de computação distribuída. Estes recursos são geridos como se fossem objectos ou componentes, sendo o AMF, a entidade responsável pela gestão dinâmica da *workload* (capacidade de trabalho) de

cada recurso de acordo com as condições actuais do sistema. O AMF atribui *workload*/serviços aos componentes redundantes de forma ao sistema permitir ter alta disponibilidade;

- > **Software Management Framework (SMF)** - mantém o modelo de informação que descreve a alta disponibilidade e a implementação do *software* num *cluster*. Permite a evolução do sistema em tempo real ao permitir orquestrar a migração de uma configuração de instalação para outra se necessário. Este processo de migração é muitas vezes referido como um *upgrade* (actualização);

Utility Services

- > **Checkpoint Service (CKPT)** - o serviço de *checkpoint* permite que os processos de um sistema guardem o seu estado incrementalmente de forma a minimizar os impactos de uma possível falha no sistema. Quando ocorre uma recuperação de uma falha através de um processo de *restart* ou *failover*, o serviço de *checkpoint* é usado para recuperar os dados gravados, e retomar a execução do processo a partir do estado em que este estava antes de ocorrer a falha;
- > **Event Service (EVT)** - O serviço de eventos é uma publicação/subscrição (*publish/subscribe*) de um mecanismo de comunicação multiponto-multiponto baseado em canais de evento. Este sistema permite que diferentes componentes do *cluster* possam comunicar uns com os outros de forma assíncrona através do canal de eventos;
- > **Message Service (MSG)** - O serviço de mensagens especifica uma API para a utilização de um *buffer* de mensagens transversal ao sistema (*buffered message passing system*) e que permite a comunicação entre processos que se encontrem num mesmo nó ou em nós diferentes. O funcionamento deste serviço baseia-se no conceito de uma fila de mensagens;
- > **Naming Service (NAM)** - O serviço de Naming disponibiliza um mecanismo através do qual nomes (*tags*) são associados a objectos, de modo a que estes objectos possam ser pesquisados;

Timer Service (TMR)

O serviço de timer disponibiliza um mecanismo através do qual os processos clientes podem activar timers e serem notificados quando estes expiram. Um timer é um objecto lógico que é dinamicamente cria-

do e representa um tempo absoluto ou uma duração.

3. Implementações

O estudo levado a cabo pela equipa de trabalho encontrou as seguintes implementações do *Application Interface Specification* especificado pelo *SA Forum*:

- > *SAFfire v3.0*;
- > *Avantellis Middleware v5.0*;
- > *Enea Element*;
- > *OpenSAF v3.0*;
- > *OpenSAFfire v6.0*;
- > *OpenAIS*;
- > *OpenClovis*.

De todas as *frameworks* investigadas apenas iremos apresentar as que consideramos mais importantes. A nossa análise baseou-se nos seguintes parâmetros: estado actual do desenvolvimento da *framework* (conformidade com o *standard*), a capacidade de suporte em caso de selecção da ferramenta e custo associado de integração e de *deployments*.

3.1. OpenSAF

OpenSAF é um projecto *open source* que tem como intuito desenvolver uma plataforma *middleware* de acordo com as especificações do *Service Availability™ Forum*, tendo como base a licença LGPLv2.1. A fundação *OpenSAF* é uma organização sem fins lucrativos estabelecida por empresas líderes no ramo das telecomunicações e das tecnologias da informação com intuito de ajudar no desenvolvimento deste projecto, bem como acelerar a adopção desta *framework* em produtos comerciais.

3.2. OpenSAFfire

OpenSAFfire™ é uma distribuição de *software* de um *middleware* de suporte de alta disponibilidade completamente testado, documentado e baseado no projecto *open source OpenSAF v4.0*. Este projecto implementa a interface AIS especificada pelo *SA Forum* e uma série de recursos adicionais de forma a tornar esta plataforma de alta disponibilidade na mais abrangente do mercado actual.

3.3. Enea Element

Enea Element é um produto de *middleware* de alta disponibilidade, que oferece um conjunto de serviços incorporados no desenvolvimento, para aplicações críticas que exigem respostas em tempo

real, falha a tolerâncias, e altos níveis de desempenho e escalabilidade. Os serviços do *Enea Element* fornecem a modularidade e flexibilidade necessária para acomodar uma ampla gama de equipamentos e aplicações. O conjunto completo de serviços são ideais para a instalação de infra-estrutura de rede, tais como estações de base, *media gateways*, *switches* de armazenamento, *routers/switches IP*, *CMTS (cable modem termination system)*, etc. A sua arquitectura modular permite que um subconjunto de serviços sejam implantados em projectos simples, ou em casos em que o cliente apenas quer melhorar os seus serviços da sua própria infra-estrutura.

No âmbito do estudo da *Carrier Grade Framework* a solução da *ENEA Element* foi descartada numa fase inicial pelo facto de apresentar uma conformidade muito forçada com o *standard SA Fórum*, à custa de uma suite de produtos e não de um único produto e também devido ao seu elevado custo.

4. Importância para os negócios do Grupo PT

Num mundo cada vez mais exigente ao nível da qualidade de serviço disponibilizada aos nossos clientes, torna-se imperativo que as soluções desenvolvidas pela PT Inovação tenham cada vez mais em conta o conceito de alta disponibilidade como um dos requisitos fundamentais no desenvolvimento.

Actualmente a PT Inovação dispõe de um rol de componentes e *frameworks* que são utilizadas para o desenvolvimento dos seus produtos e com as quais está a despender demasiados recursos, quer seja para a sua manutenção como evolução. Esta abordagem de construção de soluções utilizando apenas *software* proprietário no contexto actual não está a acompanhar a alteração do paradigma de desenvolvimento que se começa a expandir no mercado empresarial. A nossa convicção é a de que a PT Inovação deverá a curto/médio prazo definir uma estratégia de desenvolvimento de *software* baseada em *COTS* de forma a potenciar o esforço das suas equipas de I&D ao nível do *software* no *core business* da empresa que é a construção de soluções inovadoras e diferenciadoras dos restantes concorrentes.

5. Conclusões

Com o objectivo de perceber o impacto da adopção de uma solução CGF, partimos para a experimentação da solução *open source (OpenSAF)*, visto que esta não tinha custos associados. A instalação e

configuração deste *software* não foi uma tarefa simples, já que a documentação de apoio era quase inexistente e pressupunha algumas competências que a equipa de trabalho não dispunha, mas que foi adquirindo ao longo do projecto. Foram efectuados diversos testes funcionais aos serviços que consideramos mais importantes no desenvolvimento das soluções do departamento, como é o caso dos serviços de MSG, LOG, EVT e AMF. A nível funcional, verificou-se que as funcionalidades descritas pelos organismos de normalização estavam implementadas e que o seu desempenho era aceitável (note-se que não foi efectuada uma optimização do sistema operativo de modo a poder obter os melhores dados de resposta por parte da solução).

A evolução do estudo levou-nos a verificar internamente que serviços disponibilizados por uma solução CGF eram actualmente desenvolvidos/suportados pelas nossas equipas de trabalho. No levantamento foram identificadas implementações dos seguintes serviços *SA Forum*:

AMF, CKPT, CLM, EVT, IMM, LCK, LOG, MSG, NAM, NTF, PLM, SEC, SMF, TMR

Observou-se ainda que para alguns serviços existem múltiplas implementações e que muitas das implementações são parciais, i.e. não contêm todas as funcionalidades especificadas pelo *SA Forum*.

A adopção de uma CFG permitiria reduzir o número de implementações diferentes para cada serviço e usufruir de novas funcionalidades. Por outro lado, os aspectos negativos desta abordagem residem no facto das soluções implementadas de acordo com o *SA Forum* ainda não endereçarem a linguagem *java* (actualmente existe um suporte parcial e o restante está em *roadmap*) e também o custo de integração em produtos já existentes não poder ser considerado desprezável.

Atendendo à tendência actual do mercado, em que, cada vez mais, as empresas de referência a nível do desenvolvimento de sistemas de telecomunicações estão a adoptar *frameworks* para suporte dos seus produtos, focalizando-se apenas na inovação e diferenciação dos seus serviços relativamente à concorrência, consideramos que esta é uma boa estratégia a adoptar.

Referências

- [1] Tam, Zoltan Micskei and Istvan Majzik and Francis. Robustness Testing Techniques for High Availability Middleware Solutions. in Proc. of Int. Workshop on Engineering of Fault Tolerant Systems. 2006.
- [2] Providing Open Architecture High Availability Solutions, Revision 1.0. [Online] 2001.
- [3] The Service Availability Forum and Open Specification Solutions. [Online] 02 de 2009. www.saforum.org.
- [4] Fröberg, Joakim. Software Components and COTS in Software System. [autor do livro] Oscar and Ramaratham, Krithi and Shen, Chia and Fohler, Gerhard Gonzalez. Building Reliable Component-Based Systems. s.l. : Artech House Publishers, 2001.
- [5] Open Specifications for Service Availability. s.l. : Service Availability™ Forum.
- [6] Service Availability Interface Overview B.05.03. Service Availability Forum. [Online] 19 de Fevereiro de 2010.
- [7] Refsdal, Judith E. Y. Rossebø and Mass Soldal Lund and Knut-eilif Husa and Atle. A conceptual model for service availability. Quality of Protection: Security Measurements and Metrics. 2006.
- [8] Refsdal, Judith E. Y. Rossebø and Mass Soldal Lund and Knut-eilif Husa and Atle. A conceptual model for service availability. Quality of Protection: Security Measurements and Metrics. 2006.

Nuno Ribeiro, concluiu a Licenciatura em Engenharia e Electrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro em 2005. Ingressou na Siemens SA onde desenvolveu um projecto na área de Gigabit-capable Passive Optical Networks. Ingressou na PT Inovação como investigador e participou em projectos da iniciativa Shipnet® e projectos europeus (IST) na área de Redes de Nova Geração. Fundou a empresa Ubiwhere Lda em Setembro de 2007, e da qual é sócio até à data. Concluiu em 2009, o Mestrado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações - Redes *Wireless*, pela Universidade Queen Mary em Londres. Encontra-se enquadrado no departamento de Desenvolvimento de Plataformas de Rede e Soluções Multimédia, unidade de Redes Convergentes da PT Inovação onde esteve envolvido inicialmente no desenvolvimento dos produtos ip-Compass e ip-Deck e actualmente é um dos colaboradores do projecto *Framework* Tecnológica.

Roberto Paradinha, concluiu em 2007 a Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e de Computadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, ramo de Computadores. Ingressou nesse ano na PT Inovação como estagiário no departamento de Serviços e Redes Móveis. Desde 2010 encontra-se no departamento de Desenvolvimento de Plataformas de Rede e Soluções Multimédia, unidade de Soluções e Serviços Convergentes. Iniciou a sua actividade na área de Redes de Próxima Geração, onde este envolvido na iniciativa Shipnet®, nomeadamente no desenho e implementação de elementos de uma arquitectura IMS (CSCFs), entre os quais nos produtos ip-Deck, ip-Compass. Esteve também envolvido no projecto SALINA (*Setting* na All IP Network in Aveiro). Actualmente está a trabalhar no projecto Framework Tecnológica. Encontra-se também envolvido como membro permanente no projecto PDS-NG no grupo de Gestão de Configurações.

Sérgio Pedro Pratas da Silva, concluiu em Julho de 1999 a licenciatura em Engenharia Electrotécnica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, no ramo de Telecomunicações. De Outubro de 1999 a Agosto de 2000 desempenhou a função de Técnico de Desenvolvimento de Software para EWSD na Siemens S.A. em Alfragide. Ingressou a 1 de Setembro de 2000 na PT Inovação no departamento de Serviços de Rede Inteligente onde sempre trabalhou na área dos protocolos de rede inteligente. Desde 2006 que trabalha na área das redes de próxima geração, nomeadamente desenvolvimento de produtos da família Shipnet®. Actualmente, integra o departamento de Desenvolvimento de Plataformas de Rede e Soluções Multimédia, onde desempenha as funções de gestor da divisão de Soluções e Serviços Convergentes.

José Manuel de Freitas Ribeiro, concluiu em 1992 a Licenciatura em Matemática e Ciências de Computação da Universidade do Minho. De 1992 a 1995 desempenhou a função de Analista e programador na empresa ITC em Braga, colaborando no desenvolvimento de aplicações para a gestão de terminologia a inserir na base de dados europeia de terminologia (EURODICAUTOM). De 1995 a 1998 integrou no Centro de Estudos e Telecomunicações da Portugal Telecom a equipa de desenvolvimento dos projectos Gerex e Longa. Em 1998 colaborou na fase de testes do desenvolvimento do sistema UMS, para a recolha de CDRs da rede fixa, para o projecto CLIP da Portugal Telecom. De 1999 até 2010, integrado em diversos departamentos da PT Inovação, participou no desenvolvimento e instalação de componentes da solução NGIN para Redes Inteligentes, sendo responsável desde 2008 pelos produtos NGIN SCP e NGIN vSSP.

01

Transacções financeiras e mobilidade

palavras-chave:
Transacções financeiras, mobilidade,
mobile money



Hugo Cabral



José Rocha



Luis Cortesão



Rodrigo Neves



Sónia Isidoro

Actualmente, a tecnologia constitui um mecanismo de integração das pessoas no mundo que as rodeia. Neste contexto, os dispositivos móveis surgem como meio facilitador no acesso a serviços e à realização de transacções financeiras, possibilitando maior velocidade, conveniência e segurança. Acresce que se estima que cerca de metade da população mundial não tenha acesso a serviços bancários. Uma das principais razões é a dificuldade de lhes fazer chegar estes serviços através dos métodos convencionais, sendo o *Mobile Money* a solução para ligar financeiramente estes consumidores ao mundo, através de um dispositivo móvel.

A PTIN possui uma plataforma de transacções financeiras capaz de cobrir as exigências de uma solução deste tipo, focando-se nos mercados dos países em desenvolvimento, mas possibilitando também a disponibilização de serviços de valor acrescentado ao mercado dos países desenvolvidos.

Esta plataforma permite a criação de *mWallets* que facultarão serviços como o carregamento de *airtime*, o pagamento de bens e serviços e a transferência doméstica ou internacional de dinheiro entre utilizadores.

Este artigo pretende dar a conhecer a realidade social, geográfica e económica em que se insere esta iniciativa, assim como apresentar a solução que a PTIN possui como resposta a este desafio.

1. Introdução

O dinheiro é, hoje em dia, a principal moeda de troca e forma de pagamento, tendo também a sua representação evoluído desde os primeiros metais fundidos à criação de moedas, notas, cheques, cartões de crédito e o mais recente *electronic-money*, que se define como o valor monetário armazenado electronicamente em cartões, dispositivos ou em servidores e que pode ser utilizado para transacções de pagamentos.

A um nível económico global, os diferentes países encontram-se segmentados em dois grandes sectores: economias desenvolvidas e em desenvolvimento. Cada um desses sectores apresenta necessidades diferentes que acabam por se relacionar num ambiente comum, o *Mobile Money*, que segundo a *GSM Association*, é o termo que “descreve serviços que ligam financeiramente os consumidores, através de um dispositivo móvel”.

A introdução de soluções de *Mobile Money* deverá ser adequada à realidade socioeconómica e regulatória de cada país/região e deverá contemplar uma introdução gradual e convenientemente articulada dos diferentes serviços a lançar.

A disponibilização de serviços financeiros para plataformas móveis tem que ser tratada por um sistema que seja capaz de executar toda a lógica financeira e de negócio associada a esta realidade, e é neste contexto que surge a *GateWay* de Transacções (GWT). Esta solução, da PT Inovação, visa não só possibilitar o acesso a serviços financeiros associados às transacções móveis, mas também a gestão e execução de transacções de pagamentos e carregamentos, num contexto mais abrangente.

2. Enquadramento

2.1. Perspectivas regionais

Para além da divisão em economias desenvolvidas e em desenvolvimento, cada um dos referidos segmentos possui sectores populacionais distintos de acordo com a capacidade/facilidade de aceder a serviços financeiros formais - os *banked* e os *unbanked*. De um estudo realizado pela *Financial Access Initiative*¹ (FAI), tendo em conta uma população mundial de 6.5 biliões de pessoas, das quais 4.7 biliões são adultas (números de pessoas referentes ao ano 2005), 2.5 biliões são *unbanked* e apenas 2.2 biliões *banked* [1]. Dos 2.5 biliões, estima-se que a sua maioria vivam em África, Ásia e América Latina. Na população da África Subsariana existem cerca de 80% de *unbanked*, contrastando com os 8% existentes nos países da OCDE², onde estão a maioria das economias desenvolvidas. Por outro lado, destes 80% de população do continente Africano que vive numa condição *unbanked*, cerca de 40% possui um dispositivo móvel, e estima-se que este valor cresça cerca de 60% até 2012 [2], o que constitui uma interessante vantagem competitiva para os operadores móveis. Outra vantagem decorre da penetração móvel (em crescimento acentuado crescimento nas economias em desenvolvimento) exceder a penetração bancária.

Quando se propõe soluções de *Mobile Money* deverão considerar-se as seguintes especificidades no planeamento da sua introdução:

> Nas economias desenvolvidas – considerar uma estreita articulação com o sector bancário visto que a maioria da população é *banked*. o enfoque deverá residir na flexibilidade, ubiquidade e conveniência de utilização que o serviço prestará;

> Nas economias em desenvolvimento - o enfoque deverá ser os *unbanked* que normalmente não têm alternativas de aceder a serviços financeiros com custos comportáveis (por razões geográficas ou pelo tipo de transacções executadas – grande quantidade e baixo valor).

2.2. Propostas de valor associada

Podemos considerar 4 diferentes perspectivas quando avaliamos o valor que deriva da introdução de soluções de *Mobile Money*:

País/regulador

Na perspectiva do País, o impacto dos pagamentos electrónicos traduz-se tipicamente em poupanças que podem chegar a 1% do PIB, na gradual transição da população dos mercados financeiros informais para mercados formais, o que possibilita o controlo do fluxo do dinheiro dentro do mercado e a um aumento da inclusão.

Instituições financeiras

Já na perspectiva das instituições financeiras, existe a possibilidade de obtenção de maior margem através dos pagamentos electrónicos e permite oferecer serviços financeiros aos segmentos com maior dificuldade em adaptar-se às ofertas bancárias tradicionais. Acresce que o custo de oferta de serviços bancários tradicionais em zonas remotas é incomportável (até US\$1 por transacção e entre US\$1-US\$5 por depósito).

Operadores móveis

Do ponto de vista de um operador móvel, esta oportunidade apresenta-se como uma nova fonte de rendimentos. Estima-se que o ARPU dos clientes de pagamentos electrónicos seja 75% superior aos não clientes. Por outro lado existem benefícios indirectos como a valorização da marca, o aumento da retenção de clientes e as

¹ O FAI é um consórcio de economistas focados em expandir substancialmente o acesso a serviços financeiros de qualidade a indivíduos de com baixos rendimentos.

² A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Económico é uma organização internacional de 31 países que aceita os princípios da democracia representativa e da economia de mercado livre.

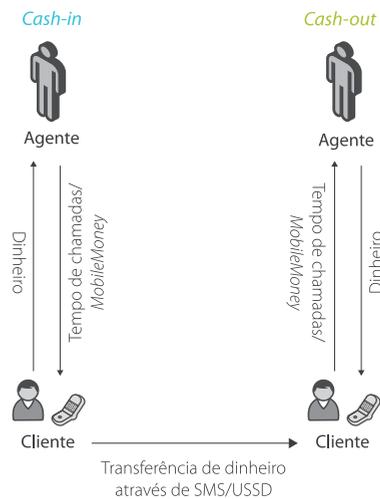


Figura 1 – Processo de transferências de Mobile Money

oportunidades que se abrem para o *cross-selling*.

Cientes

Na perspectiva do cliente surgem as vantagens associadas às vantagens do dinheiro electrónico em relação ao dinheiro físico – extrema mobilidade, conveniência (pagar tudo, em qualquer lado, a qualquer pessoa), segurança (decorrente da utilização de UICC/SIM) e velocidade – a que acresce o facto de a literacia e confiança dos produtos móveis ser superior à dos produtos bancários (em particular nas economias em desenvolvimento). Tendencialmente, surgirá a diminuição de custos decorrente dos efeitos da concorrência deste novo canal.

2.3. Mobile Money

Os típicos serviços associados a este tipo de soluções passam pela possibilidade de serem efectuadas transacções financeiras, com recurso a dispositivos móveis, como, por exemplo, os pagamentos e transferências de dinheiro. A título de exemplo, a Figura 1 ilustra um típico processo de transferência de Mobile Money:

Como se pode verificar, um dos típicos canais de acesso, para solicitar a transferência de dinheiro, é o envio de SMS formatadas ou pedidos por USSD. Normalmente, existe uma rede de agentes associada a uma solução de Mobile Money, que permite que sejam realizadas operações físicas com o dinheiro, seja para carregar contas móveis, denominadas de *mWallets*, ou para levantar fisicamente o dinheiro existente nessas contas.

3. Descrição do sistema

O objectivo da GWT é permitir e mediar

funcionalidades como:

- > Carregamento de *AirTime*;
- > Transacções Internacionais – transferências e pagamentos;
- > Pagamentos *eCommerce*;
- > *Mobile Money* – *mWallet*, transferências domésticas;
- > Pagamentos móveis – pagamento de bens, contas e integração com pontos de venda.

Estas funcionalidades representam os principais serviços financeiros que se podem facultar ao cliente final, utilizando como intermediária a GWT. A sua maioria pode ser utilizada através de dispositivos móveis, o método de acesso que permite maior comodidade ao cliente.

3.1. Arquitectura de alto nível

A Figura 2 mostra uma visão de alto nível da arquitectura da GWT com os principais pontos-chave da mesma:

A camada superior identifica os serviços, já referidos, que se pretendem disponibilizar pela *gateway*; à esquerda listam-se alguns exemplos de possíveis canais de acesso à *gateway* transaccional; no centro podem ser observados os componentes principais que caracterizam o *core* da plataforma e cuja orquestração permite disponibilizar os serviços da camada superior; à direita, alguns exemplos de canais de pagamentos relacionados.

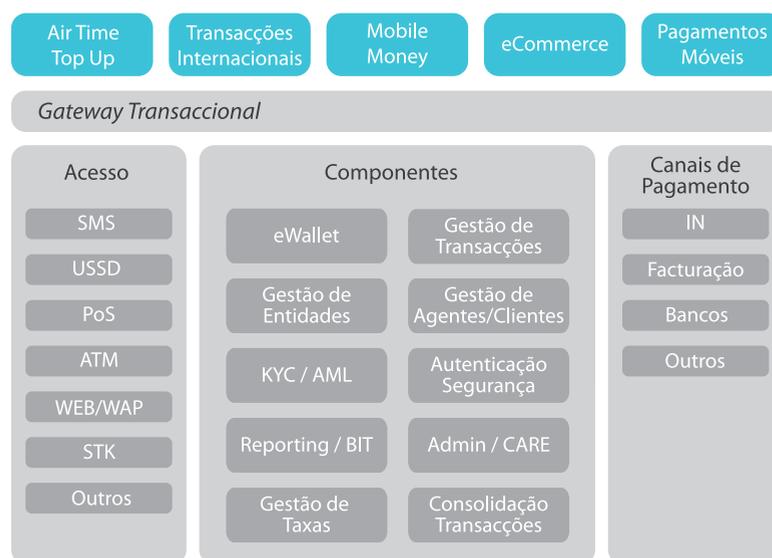


Figura 2 – Arquitectura de alto nível da GWT

A arquitectura da plataforma possibilita a inserção de novos canais de acesso e pagamentos, tendo em consideração os protocolos de comunicação dos clientes e a constante evolução dos serviços. Para além disso, a *gateway* possibilita a configuração de *clustering* garantindo, por um lado, que o serviço esteja disponível no caso de falha de um servidor e facilitando, por outro lado, o escalamento horizontal da plataforma. Possui também mecanismos de *retry* de envio de mensagens no caso da falha de comunicações.

3.2. Tecnologias

Neste momento, a GWT possui total compatibilidade com o servidor aplicacional JBoss 5.1.0, um servidor baseado na *framework J2EE*, sendo este quem suporta os componentes implementados. Algumas das operações internas de comunicação assumem um comportamento de assincronismo e paralelismo, com o objectivo de aumentar o *throughput* da plataforma. Para isso utilizou-se uma solução de *Message Oriented Middleware* através do sistema de mensagens *HornetQ*, que suporta a API JMS 1.1 e define também uma API própria para se obter maior flexibilidade e performance [3].

Devido ao desacoplamento adoptado entre a lógica de negócio e dos mecanismos de armazenamento de dados, é possível a instanciação do modelo de dados em qualquer motor de base de dados, tendo sido já utilizada a plataforma em PostgreSQL e Oracle.

A segurança nas comunicações com com-

ponentes exteriores à *gateway* é assegurada através da utilização de SSL. Tipicamente as ligações são feitas através de redes VPN ou por redes internas ponto a ponto. Por outro lado, toda a implementação da plataforma possui um domínio de segurança gerido através do *Java Authentication and Authorization Service (JAAS)*, sendo o controlo de utilizadores e perfis, baseado em informação residente na base de dados da plataforma.

4. Resultados

Actualmente, a *GWT* já apresenta uma série de funcionalidades que a tornam numa plataforma funcional e completa a vários níveis. De seguida, são apresentadas algumas das principais funcionalidades da mesma.

4.1. Gestão de entidades e transacções

Uma das principais funcionalidades da *GWT* é permitir a gestão de referências entre entidades de acesso (ex: *SIBS*, *SISP*, *PayShop*) e entidades de pagamento (ex: *TMN*, *CVM*). A esta funcionalidade estão associadas as operações de carregamentos e pagamentos de serviços móveis.

Como funcionalidades de *mWallet* são disponibilizadas as operações de depósito em agente, levantamento em agente, transferência entre utilizadores de *mWallet*, consulta de saldo, alteração de pin e a gestão de utilizadores de *mWallet* por parte dos agentes e dos administradores da aplicação.

4.2. Alarmística

A plataforma utiliza o sistema *NAGIOS* para monitorizar os recursos das máquinas que lhe são afectas em termos de carga do processador, utilização de memória, utilização de disco, entre outros parâmetros. Para além disso, o *NAGIOS* recebe, através de uma API, alarmes enviados pela *GWT*, caso se verifique a ocorrência de problemas críticos no desenrolar da lógica de negócio da mesma. Estes alarmes poderão ser traduzidos em notificações a enviar ao administrador do sistema através de métodos como por exemplo SMS, e-mail e *pager*. De notar que o sistema *NAGIOS* permite também o envio de *traps* *SNMP* para um serviço de alarmística externo, assegurando assim a possível integração dos alarmes da *GWT* numa plataforma de alarmística centralizada no cliente.

4.3. Relatórios Executivos

Uma das funcionalidades que a *GWT* permite é o envio de relatórios diários e mensais com os agregados dos valores transaccionados e facturados na plataforma.

Estes relatórios são enviados via correio electrónico, em formato pré-combinado, para os destinatários configurados nas entidades de pagamento. Tipicamente estes relatórios fazem a agregação por entidade de acesso e são enviados para os departamentos financeiros e executivos para controlo do negócio.

4.4. Plugins de clientes de acesso e de pagamentos

A *GWT* utiliza uma filosofia de *plugins* que são acopláveis e desacopláveis do *core* do sistema de acordo com as necessidades e especificidades do cliente. Por um lado, existem as entidades de acesso, por outro as entidades de pagamento. Estes *plugins* consistem em implementações dos protocolos de comunicação que são negociados com essas mesmas entidades, e permitem efectuar a comunicação com o *core* da *GWT* através de interfaces bem definidas. Esses *plugins* têm como objectivo a passagem dos dados recebidos no formato proprietário do protocolo especificado com essa entidade, para a interface comum do *core*. O mesmo acontece com os *plugins* das entidades de pagamento.

A título de exemplo, um dos canais de acesso é o canal *SMS mWallet*, que consiste num *plugin* que recebe e envia pedidos de uma *Large Account*, que por sua vez traduz os pedidos em invocações de serviços *Web* no *plugin* respectivo da *GWT*. Dessa forma os clientes podem efectuar transacções financeiras – levantamentos, depósitos, transferências, consultas de saldo, registo e activação de cliente na plataforma, através do conforto e ubiquidade que o dispositivo móvel lhes fornece.

5. Importância para os negócios do Grupo PT

Nas economias em desenvolvimento, os serviços com foco nos *unbanked* constituem uma crescente fonte de rendimento e, em particular, um factor acrescido de retenção de cliente e de reforço da imagem do operador.

Nas economias desenvolvidas a complementaridade com métodos de pagamento tradicionais reforça a importância dos operadores móveis como facilitadores de uma diversidade de serviços de *m-commerce*, *m-ticketing*, *m-retail*, *m-banking*, etc.

6. Conclusões

A existência de soluções de *Mobile Money* no portefólio de serviços dos operadores de telecomunicações tem ganho uma importância crescente. Tal deriva da conveniência, segurança e velocidade que estas soluções incorporam, quando compara-

das com os serviços financeiros tradicionais.

A plataforma *GWT* da PT Inovação constitui um excelente veículo para a introdução de serviços de *Mobile Money* de forma evolutiva e adaptável, tal como se exige em serviços com algum carácter inovador e claramente dependentes do contexto socioeconómico onde se inserem.

Referências

- [1] Financial Access Initiative, "Half the World is Unbanked", Outubro de 2009, disponível em <http://financialaccess.org/node/2359>
- [2] Mobile Money Africa, "Mobile Money Africa Magazine – November 2009", Novembro de 2009, disponível em <http://mobilemoneyafrica.com/free-emag>
- [3] HornetQ, "HornetQ", <http://jboss.org/hornetq>
- [4] GSMA, "Mobile Money for the Unbanked – Annual Report 2009", 2009, disponível em http://www.gsmworld.com/documents/mmu_2009_annual_report.pdf

Hugo Cabral, colabora na PT Inovação desde 2004, ano em que obteve o diploma de Engenharia Informática e Computação pela Universidade do Porto. Ao longo dos últimos anos tem desenvolvido actividade na implementação de um Centro de Mensagens Multimédia (MMSC), e na área de Serviços de Valor Acrescentado (VAS), nomeadamente no desenvolvimento de portais WEB/WAP e plataformas multimédia: jogos, toques, vídeo e mobile TV. A sua actividade mais recente consistia na gestão técnica e liderança de equipa na área de *mobile Money*, recargas e pagamentos móveis. Actualmente encontra-se a frequentar o Mestrado de Engenharia de *Software*, leccionado em parceria pelas Universidades de Coimbra e *Carnegie Mellon* (CMU).

José Rocha, licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2007, no mesmo ano foi admitido como bolseiro no Instituto de Telecomunicações em Aveiro, no âmbito do projecto europeu DAIDALOS II. Desde Fevereiro de 2009 é prestador de serviços pela Telbit na PT Inovação tendo participado no projecto de *mobile advertising* MAdServ, na *gateway* de transacções GWCP e na plataforma de *mobile money mWallet*, estando actualmente em actividade no desenvolvimento da nova versão da *gateway* de transacções GWT.

Luís Cortesão, licenciatura em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra. Como colaborador do CET e posteriormente da PT Inovação, desenvolveu trabalho nas áreas de sistemas de informação geográfica, usabilidade, gestão de competências e gestão do conhecimento. Responsável pelo desenvolvimento de sistemas de gestão de fraude e de soluções de *revenue assurance*. Gestão de produto, desenho e arquitectura de soluções na área *Mobile Money – m-wallet*, recargas e pagamentos móveis. Responsável pelas soluções de *Business Intelligence* no âmbito do desenvolvimento da nova geração de produtos BSS.

Rodrigo Neves, mestrado integrado em Engenharia Informática pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra em 2010. Ingressou na PT Inovação, no departamento de Sistemas de Informação, para efectuar o seu estágio curricular na área dos pagamentos móveis. Nessa actividade adquiriu conhecimentos no desenvolvimento de aplicações para cartões SIM, no contexto da área de *Mobile Money*. No entanto, as suas principais funções passaram pelo desenvolvimento de funcionalidades para a *GateWay* de Transacções, tendo como base tecnologias J2EE. Em Julho de 2010 iniciou o Estágio Profissional na PT Inovação, no departamento de Sistemas de Suporte ao Negócio, estando actualmente a desempenhar funções no módulo de Notificações do sistema *Customer Interaction System*, do projecto *Quantum*.

Sónia Isidoro, mestrado em Engenharia Informática pela Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra. Iniciou a sua actividade profissional em 2007 na *Present Technologies* onde desempenha actualmente o cargo de *J2EE Developer*. Desde 2008 que se encontra ligada à PT Inovação, tendo participado em vários projectos, sendo de destacar *LocalizzConsumo*, *MAdServ* e *GWT – GateWay Transaccional*.

02

Sensores inteligentes no contexto de sistemas de telemonitorização de sinais vitais associados a cuidados continuados de saúde

palavras-chave: sinais vitais, sensores biomédicos inteligentes, sistemas embebidos, telesaúde e *mHealth*



Octavian Postolache
(IT)



Pedro Girão
(IT)



Fernando Santiago



António Pena

No domínio dos cuidados continuados de saúde, a monitorização de sinais vitais e da actividade motora é de importância fulcral. A possibilidade de efectuar essa monitorização, contínua e continuamente, em idosos e pessoas com doenças crónicas ou com mobilidade reduzida, durante a sua actividade quotidiana, sem causar incómodo ou desconforto, contribui decisivamente para a melhoria da sua qualidade de vida e bem-estar, quer através da redução de hospitalizações (em número, tempo e custos), quer através de uma detecção mais precoce de eventuais episódios de agudização do estado de saúde, com consequente resposta mais célere e eficaz dos serviços clínicos.

Existem actualmente diversas soluções de monitorização à distância de parâmetros fisiológicos como a temperatura, o ritmo cardíaco, o ritmo respiratório, a saturação de oxigénio da hemoglobina, a pressão arterial, etc., que apesar de portáteis na sua maioria, acarretam limitações à activida-

de do paciente e provocam *stress*, induzido pela complexidade das ligações e pela própria operação do equipamento. Assim, o desenvolvimento de novas soluções não intrusivas e não invasivas para monitorização de sinais vitais, afigura-se como um desafio de futuro.

Este artigo contém uma súpula do trabalho inicial realizado no âmbito do Projecto "*HomeTelecare*", do Plano de Inovação 2010, sendo apresentada de forma geral, a abordagem técnica que se pretende seguir na implementação da solução de telemonitorização a desenvolver.



Figura 1 – Soluções do tipo “roupa inteligente” para monitorização em tempo real de parâmetros fisiológicos e de actividade motora



Figura 2 – Soluções do tipo “roupa inteligente” para monitorização em tempo real de parâmetros fisiológicos e de actividade motora

1. Introdução

A área dos cuidados continuados de saúde assume actualmente um papel crucial, dada a tendência a que se assiste de envelhecimento da população, e a procura crescente de melhores condições de saúde e bem-estar. A especificidade da população abrangida, as patologias envolvidas e os tipos de intervenção necessários, carecem de respostas e soluções práticas que ultrapassem em muito o sistema tradicional de cuidados e que permitam uma resposta adequada em tempo útil, de forma permanente, abrangendo as mais diversas valências e especialidades profissionais. Assiste-se a uma necessidade crescente de acompanhar os pacientes, durante todo o processo de diagnóstico, inclusivamente no seu quotidiano.

O aparecimento de serviços no domínio dos cuidados continuados de saúde está relacionado com a mudança do padrão de uso dos recursos que se impõe nesta área, tendo em conta o desenvolvimento demográfico, as alterações sociais e os elevados custos de saúde associados, nomeadamente, à população idosa, aos doentes crónicos e às pessoas com mobilidade reduzida. Os orçamentos com a saúde estão a crescer na quase totalidade dos países. O custo médio com cuidados de saúde de pessoas com idade superior a 75 anos, pode ser cerca de 10 vezes su-

perior ao custo com cuidados de saúde com pessoas adultas de idade inferior a 75 anos (*Australian Institute of Health and Welfare*, 1999). O custo anual médio com os cuidados de saúde de uma pessoa adulta de idade inferior a 75 anos, na Austrália, era em 1999, de 2536\$. Segundo um estudo publicado pelo CDCP (*Center for Disease Control and Prevention*), os custos com os cuidados de saúde de idosos são 3 a 4 vezes superiores aos custos com os cuidados de saúde de jovens (*Center for Disease Control and Prevention*, 2007), prevendo que em 2030, 25% dos custos com cuidados de saúde estarão associados com a população idosa. Nestas condições, o desenvolvimento de soluções de monitorização remota, de utilização fácil e baixo custo assume uma importância particular.

A maioria dos dispositivos de análise não-invasiva de sinais vitais foi desenvolvida na última década, mas mais recentemente a investigação tem-se focado no desenvolvimento de dispositivos não-obstrutivos, que ofereçam um elevado grau de liberdade, durante a monitorização do estado de saúde dos pacientes. Desde o início da década de 90 foram desenvolvidos, por grupos de investigadores e empresas especializadas, sistemas ubíquos de monitorização de sinais vitais do tipo “roupa inteligente”. São exemplos, as implementações *LifeShirt* da *Vivometrics*, *BASU-MA* da *Philips* e *VitalJacket* da *BioDevices*.

2. Tecnologias e métodos para recolha de sinais vitais em mobilidade

Abordagens de implementação do tipo “roupa inteligente”

Os sistemas biomédicos de monitorização do estado de saúde para pessoas em movimento, como são os casos do sistema “*LifeShirt*”, com sensores em contacto com a pele embebidos numa estrutura mecânica de alta elasticidade fixada ao nível do tronco da pessoa (Figura 1), ou do sistema de tipo “*smart t-shirt*” implementado por vários grupos de investigação, sendo o mais representativo o apresentado pelo grupo sueco em [1] (Figura 2), permitem monitorizar parâmetros fisiológicos (como o ritmo cardíaco, o ritmo respiratório e a temperatura) e parâmetros caracterizadores da actividade motora do utilizador.

A mobilidade é uma vantagem clara das soluções de monitorização de sinais vitais do tipo “roupa inteligente”. No entanto, a utilização de eléctrodos metálicos integrados no material têxtil, ou mesmo de eléctrodos do tipo fibra de carbono, torna-as ainda bastante intrusivas, quando se avaliam ao nível de conforto do utilizador, o que conduz a um grau reduzido de aceitação, sobretudo em utilização prolongada. Este tipo de soluções é na realidade utilizado sobretudo para demonstrações ou ensaios específicos, sendo os seus utilizadores típicos, jovens adultos que desempenham

uma actividade de risco (e.g. militares, bombeiros) e que as utilizam normalmente apenas durante o período de operação. Por outro lado, os movimentos, provocados pela actividade do utilizador e pela sua própria respiração, limitam fortemente a exactidão das medições, pondo em causa a sua reprodutibilidade.

O método da fotoplestimografia

Tendo em conta as limitações das abordagens tipo "LifeShirt" e "smart t-shirt", e considerando como público-alvo, idosos, doentes crónicos ou pessoas com mobilidade reduzida, assumem primordial importância para uma solução de monitorização, características como a robustez e a baixa intrusividade.

A técnica da fotoplestimografia (FPG) poderá responder a estas características, sendo um poderoso método de diagnóstico do estado de saúde de sujeitos humanos, tendo em conta vários factores como portabilidade/mobilidade, facilidade de utilização e custos reduzidos. O método pode ser usado para detectar alterações do volume do sangue no leito microvascular de tecido, permitindo extrair valores de vários parâmetros fisiológicos, tais como o ritmo cardíaco, a variabilidade cardíaca [2], o ritmo respiratório e a saturação do oxigénio do sangue [3].

As principais arquitecturas emissores de detector de luz utilizadas na implementação de um módulo sensor fotoplestimográfico são de tipo construtivo por transmissão e por reflexão (Figuras 3 e 4).

A arquitectura por transmissão é a mais utilizada nos equipamentos comerciais de tipo hospitalar e apresenta boas características de sensibilidade e precisão, permitindo minimizar os efeitos das influências da

luz externa e das imperfeições de alinhamento dos dispositivos fotoeléctricos e do fotodetector. Em comparação com a arquitectura de tipo construtivo por reflexão, é no entanto considerada mais intrusiva.

3. Arquitecturas e referências aplicáveis a sensores e soluções de telemonitorização

A heterogeneidade de equipamentos e a proliferação de soluções não interoperáveis, conduziu à formação de diversas iniciativas de I&D que trabalham no sentido da uniformização das soluções de monitorização remota de pacientes, nas mais variadas vertentes das áreas da saúde e bem-estar. Algumas destas iniciativas, por juntarem *players* influentes no sector tecnológico da saúde, apresentam resultados que tendencialmente podem ser tomados como referências para a área. A *Continua Health Alliance*[4] é uma destas iniciativas, que congrega mais de duas centenas membros. Esta iniciativa, definiu, entre outros resultados, uma arquitectura-macro (Figura 5), identificando interfaces e protocolos para cada um dos troços de interacção entre os vários blocos constituintes do modelo.

A arquitectura de referência definida no âmbito da iniciativa *Continua Health Alliance* é composta por quatro blocos principais:

- > O *Personal Device*, que representa o conjunto de equipamentos/dispositivos clínicos, dos quais são recolhidos os dados de monitorização dos pacientes;
- > O *Aggregation Manager*, que representa o equipamento computacional com características de *gateway* de comunicação, mediando a ligação de um ou vários dispositivos (através de interfaces

LAN e PAN) ao servidor remoto (através de interfaces WAN). Esta componente poderá comportar outras funções, como o processamento local de informação, apresentação de dados e interacção com o Utilizador;

- > O *Telehealth Service Center*, que se refere à infra-estrutura tecnológica e serviços de suporte à(s) entidade(s) prestadora(s) de cuidados de saúde;
- > Os *Health Records*, que se referem ao conjunto de sistemas de registo electrónico de saúde, em que são armazenados e geridos os dados clínicos de cada paciente (Ex: sistemas de *Electronic Health Record* - EHR e sistemas de *Personal Health Record* - PHR)

Foram identificadas normas para as interacções entre os componentes de cada um dos blocos. No caso da interacção entre o *Personal Device* e o *Aggregation Manager*, foi seleccionada a norma ISO/IEEE 11073 [5], que define a semântica da comunicação de informação resultante da aquisição de sinais vitais e de informação de carácter funcional e operacional dos equipamentos. Para a transferência de informação entre as componentes computacionais (exceptuando os dispositivos clínicos / sensores) foi seleccionada a norma HL7 (*Health Level Seven*)[6], sendo esta amplamente utilizada em sistemas de informação da área da saúde.

Por outro lado, e no que aos transdutores inteligentes diz respeito, a norma IEEE 1451[7] define um conjunto de interfaces abertos e independentes da tecnologia de transporte, para a ligação destes dispositivos a outros sistemas e instrumentos. No caso particular dos sensores inteligentes para aplicações móveis de monitorização de sinais vitais e de actividade motora, deve utilizar-se a norma IEEE P1451.5 em conjunto com a norma IEEE 11073.

Actualmente, estão em curso diversas iniciativas de normalização neste segmento específico da tele saúde, definindo as bases de uma verdadeira interoperabilidade técnica e semântica, que contribuirá decisivamente para a dinamização e consolidação de um mercado de elevado potencial, em torno da saúde e bem-estar.

4. Solução de telemonitorização "HomeTelecare"

No âmbito do projecto "HomeTelecare" do Plano de Inovação 2010, e depois de tidas em conta as soluções existentes actualmente no mercado, é proposta pelos autores, uma solução baseada num sensor

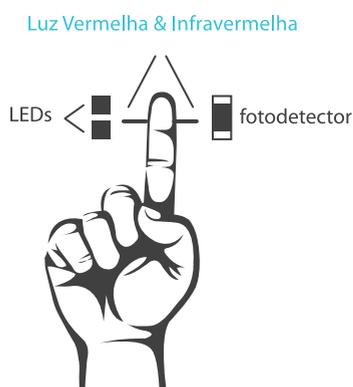


Figura 3 – Tipos construtivos do sistema óptico associado ao sensor fotoplestimográfico por transmissão

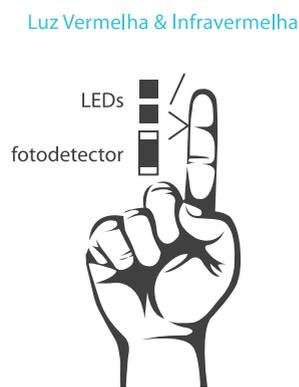


Figura 4 – Tipos construtivos do sistema óptico associado ao sensor fotoplestimográfico por reflexão

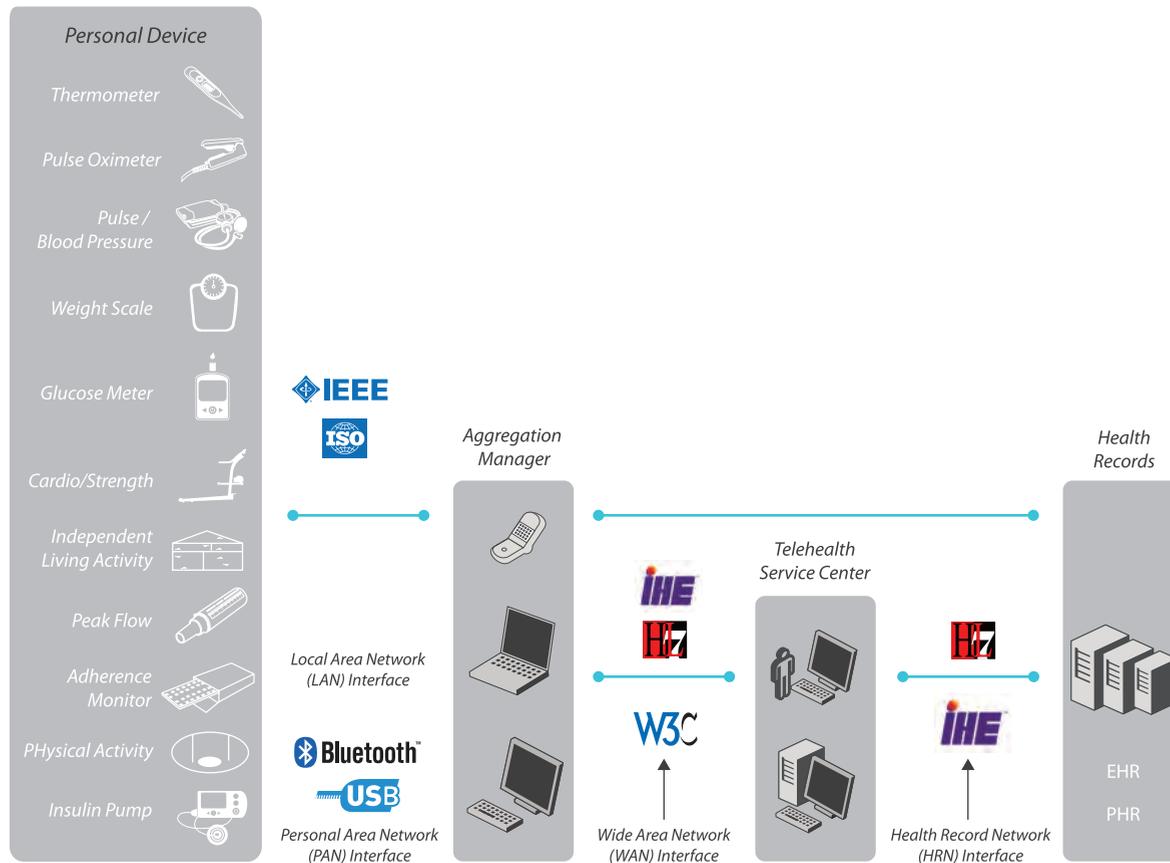


Figura 5 – Interfaces e normas para soluções de telemonitorização – Abordagem proposta pela iniciativa *Continua Health Alliance*

inteligente embudido numa pulseira ajustável "pulseira inteligente". A comunicação com a plataforma central de telemonitorização é mediada por um dispositivo do tipo *smartphone*. No diagrama da solução apresentado na Figura 6, são indicadas três localizações possíveis para colocação do sensor inteligente de maneira a permitir maximizar o bem-estar do utilizador.

Sensor inteligente multicanal para monitorização de sinais vitais e actividade motora

A monitorização dos sinais vitais e da actividade motora é realizada por um sensor inteligente, que disponibiliza canais de medida reais e virtuais (gerados através de processamento de dados recolhidos nos canais reais). Os canais de medida reais são respectivamente, um canal de medida do sinal fotoplestismográfico (utilizando o método construtivo por reflexão) para medição dos parâmetros cardio-respiratórios e um canal para medida da actividade motora e da postura da pessoa monitorizada (dados obtidos por um acelerómetro 3D).

A informação deste último, pode ainda ser utilizada na filtragem activa dos artefactos induzidos pelo movimento da pessoa, no canal de dados do sinal fotoplestismográfico. O diagrama de blocos do sensor inteligente é apresentado na Figura 7.

Para além de outras funções, o módulo de processamento é o componente responsável por gerar os canais de medida virtuais. O recurso a uma memória externa não volátil permite implementar a função de "data logging" e de "buffering", úteis por

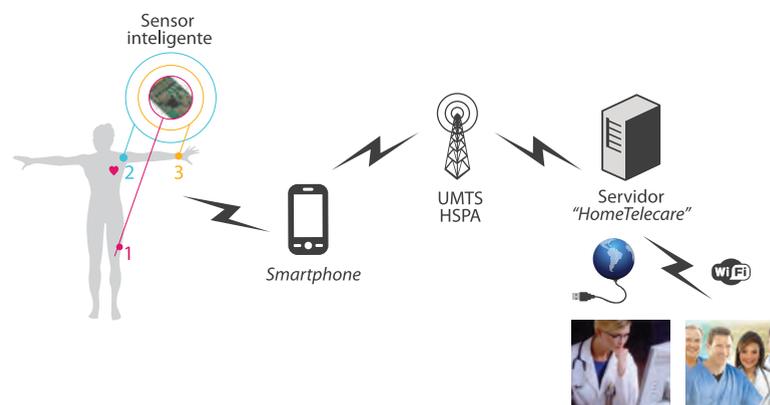


Figura 6 – Diagrama da solução de telemonitorização "HomeTelecare"

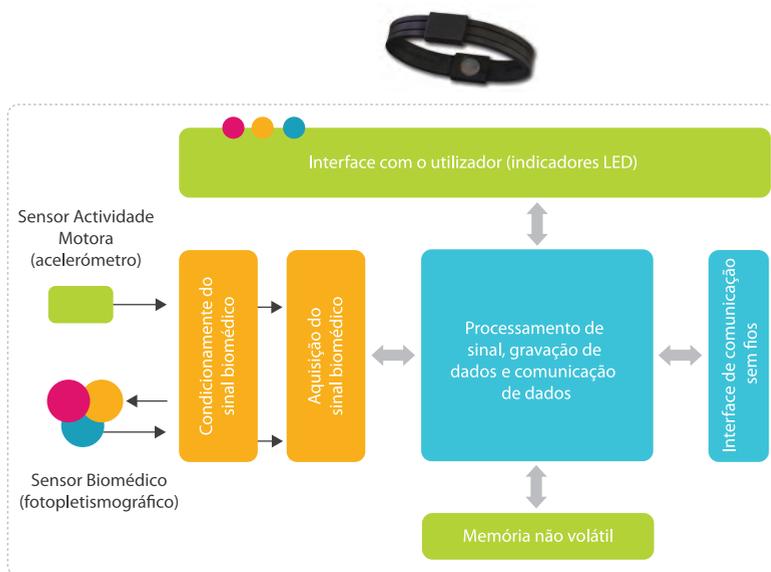


Figura 7 – Diagrama de blocos do sensor inteligente de tipo pulseira para monitorização dos sinais vitais e da actividade motora

exemplo para fazer face a eventuais falhas temporárias de comunicação com o *smartphone*. A interface de comunicação será suportada na tecnologia *Bluetooth* (IEEE802.15.1).

Aplicação móvel para *smartphone*

Atendendo às limitações do sensor inteligente em termos de capacidade de processamento, comunicação e armazenamento, bem como a nível de interacção com o utilizador (*Human Machine Interface - HMI*), é utilizado o *smartphone*, como mediador entre o sensor inteligente e o servidor central de telemonitorização, de acordo com o diagrama apresentado na (Figura 8).

A aplicação móvel a desenvolver, processa os dados recebidos do sensor inteligente e realiza o cálculo e apresentação gráfica de parâmetros fisiológicos tais como ritmo cardíaco, ritmo respiratório, variabilidade cardíaca, saturação de oxigénio no sangue e estimação da pressão arterial. Os dados, para além de enviados para o servidor central, são também guardados localmente de forma temporária, em extensão de memória não volátil, assegurando a criação de um histórico de relativa curta duração e de mecanismos de tolerância a falhas ou a degradação das condições de ligação de rede.

A comunicação do *smartphone* com o servidor central poderá ser efectuada através de *Wi-Fi* (via *home gateway* / *router* com acesso à Internet) ou de 3G/UMTS, dependendo da localização do paciente (em

casa ou fora de casa).

Plataforma de telemonitorização

Os requisitos funcionais mais importantes, do *software* a implementar no servidor central são:

- > Receber valores de parâmetros fisiológicos e de actividade motora de pacientes;
- > Visualizar a informação recebida;

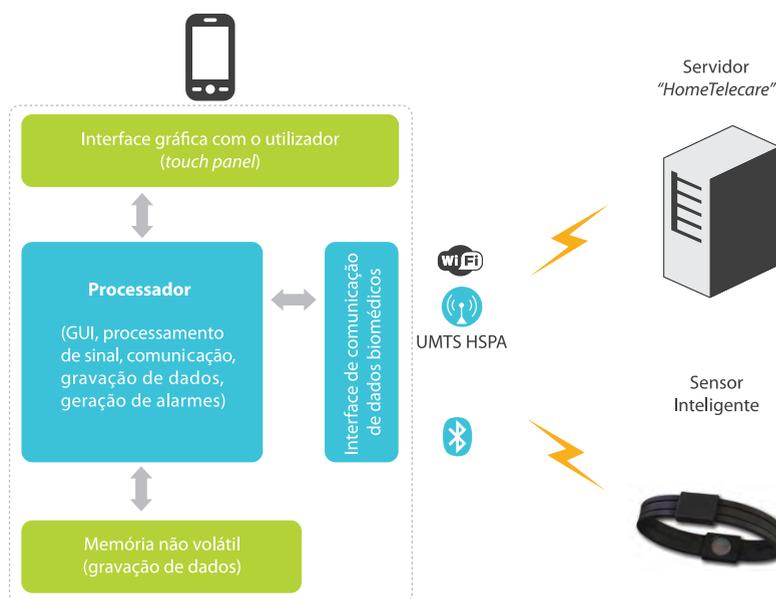


Figura 8 - Módulos e funções associadas a utilizar pela aplicação para *smartphone*

- > Tele-configurar a aplicação móvel de *smartphone*;
- > Gerir os pacientes tele-monitorizados e respectivos dispositivos;
- > Gerar alertas automáticas em caso de agravamento da situação clínica;
- > Gerir os utilizadores do sistema de informação e respectivas permissões;
- > Gerir questionários de estado geral de saúde e realizar a análise integrada das respostas;
- > Interagir com sistemas externos.

A Figura 9 apresenta o modelo funcional simplificado do sistema de informação do servidor "HomeTelecare".

5. Importância para os negócios do Grupo PT

O paradigma da prestação de cuidados de saúde está a transitar gradualmente de um modelo centrado nas instituições, para um modelo centrado no cidadão. O mercado da tele saúde, apesar de não ser novo, encontra-se ainda numa fase de consolidação relativamente baixa, sendo apontados como principais desafios a vencer, a promoção/incrementação da confiança e aceitação dos serviços de tele saúde pelos vários *stakeholders* (nomeadamente autoridades de saúde, profissionais e pacientes), a clarificação de aspectos le-

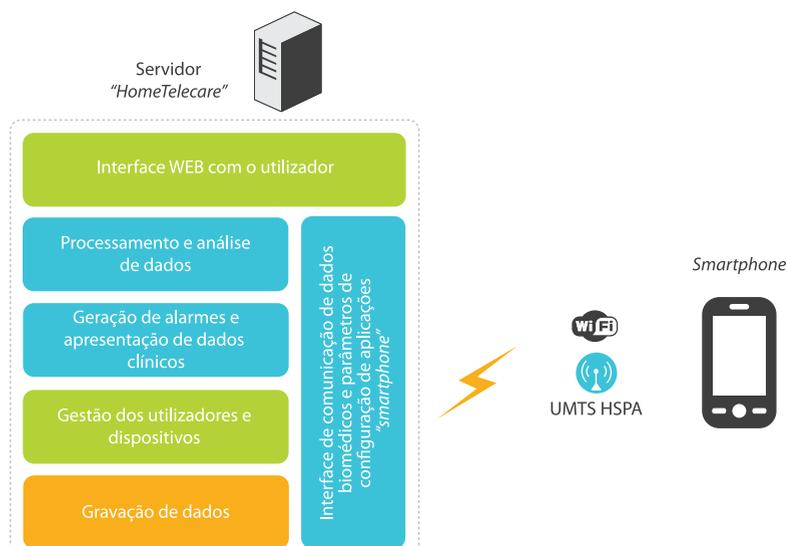


Figura 9 – Modelo funcional simplificado do sistema de informação do servidor "HomeTelecare"

gais relacionados com a actividade (responsabilidade, reembolso/facturação e jurisdição) e a consolidação de aspectos técnicos (conectividade plena, interoperabilidade e standardização).

Estão em curso diversas mudanças tecnológicas, bem como iniciativas para a *eHealth* ao nível das estratégias dos estados industrializados e ainda iniciativas de normalização/standardização, que criam as condições para que nos próximos anos o mercado da tele saúde possa crescer de forma sustentada. Actualmente, configuram-se como *drivers* tecnológicos importantes que poderão ter impacto decisivo na generalização da adopção da tele saúde, o advento das redes de nova geração, o aumento da capacidade de transmissão das redes móveis e a convergência fixo-móvel, bem como a aplicação à área da saúde das tecnologias da *Web 2.0* criando novos paradigmas de interacção assentes na promoção de redes de relacionamento onde são aplicados os princípios de discussão, partilha e colaboração entre os diferentes *stakeholders*. Torna-se cada vez mais importante que o acesso e transferência da informação de saúde, se faça em tempo real em qualquer lugar e em qualquer momento, de forma segura, preservando sempre os direitos de privacidade e protecção de dados.

A tele saúde em contexto móvel (*mHealth*) assume actualmente o foco das atenções, constituindo uma oportunidade de negócio e inovação, nomeadamente para

operadores telecomunicações móveis, fabricantes de *smartphones*, fabricantes de dispositivos clínicos de monitorização, fabricantes de *software*, entre outros. A monitorização, acompanhamento e aconselhamento clínico à distância, de pacientes com doenças crónicas, idosos ou pessoas em situação de dependência, constitui um dos segmentos desta promissora área de desenvolvimento, com forte relação com outras tecnologias e conceitos, tais como: *Ambient Assisted Living (AAL)*, Redes de Sensores Inteligentes sem Fios (*WSN*), Comunicação máquina-a-máquina (*M2M*), a Internet das Coisas (*IoT*), etc.

O projecto "HomeTelecare", centrado na área do *mHealth*, pretende lançar as bases para o desenvolvimento de uma solução de monitorização remota de pacientes em contextos de mobilidade, recorrendo a tecnologias de comunicação sem fios.

Esta área (*mHealth*) é vista actualmente como uma oportunidade para os operadores móveis de telecomunicações potenciarem o crescimento em termos de receitas, participando activamente no sector da saúde com uma abordagem inovadora, numa lógica de fornecedores de serviços, contrariando a visão tradicional de meros fornecedores do canal de comunicação. Para além de potenciar a re-engenharia de processos associados à prestação de cuidados de saúde, fomentando o incremento de eficácia, da eficiência e da qualidade, a *mHealth* afigura-se também como uma forte oportunidade para o mundo em desenvolvimento, podendo ajudar a fazer

face aos graves problemas de saúde ainda existentes.

A tele saúde de uma forma global e a *mHealth* de uma forma particular, constitui uma área de potencial para o Grupo PT, um operador global que actua em todos os segmentos do sector das telecomunicações e em diversificadas geografias.

6. Conclusões

A importância da área dos cuidados continuados de saúde tem vindo a crescer e é expectável que esta tendência se acentue nos próximos anos, considerando os custos da prestação de serviços médicos em ambiente hospitalar, a tendência natural de envelhecimento da população nos países industrializados e o aumento da esperança média de vida.

Embora existam no mercado várias implementações de sistemas biomédicos para contextos de mobilidade, nomeadamente pertencendo ao conceito "roupa inteligente", a escala de utilização destes dispositivos em aplicações para a área dos cuidados continuados de saúde é bastante reduzida, nomeadamente pelas limitações associadas à intrusividade, desconforto em situações de utilização prolongada e falta de exactidão das medições, etc.

No âmbito do projecto "HomeTelecare", com o propósito de fazer face a estes condicionamentos e tendo conta o *target* a que se destina a solução, é proposta uma abordagem alternativa, materializada numa "pulseira inteligente", combinando dois elementos sensoriais: fotopletismógrafo e acelerómetro.

Os dados recolhidos pelo sensor inteligente permitirão extrair valores de parâmetros fisiológicos associados à actividade cardio-respiratória e caracterizar a actividade motora do utilizador. Esta informação é enviada através de *smartphone*, que actua como *gateway* móvel de telemonitorização, para a plataforma central ficando disponível aos vários actores do processo de prestação de cuidados continuados de saúde, de acordo com regras de segurança e confidencialidade estabelecidas. O processamento e armazenamento de dados, a serem efectuados nos vários componentes da solução (sensor inteligente, *smartphone* e servidor central), deverão conciliar aspectos como a geração em tempo útil de alertas, a tolerância a falhas de comunicação e a autonomia das baterias dos dispositivos móveis (sensor inteligente e *smartphone*).

Estes factores associados a aspectos de usabilidade, interoperabilidade, fiabilidade

e confiabilidade têm importância preponderante numa solução efectiva para esta área.

Nesta fase do projecto, pretende-se avaliar o potencial e eficácia de uma solução protótipo de telemonitorização, devidamente adaptada ao contexto dos cuidados continuados de saúde.

Referências

- [1] A. Dittmar, F. Axisa, G. Delhomme, C. Gehin Wearable eHealth Systems for Personalised Health Management: State of the Art and Future Challenges, IOS Press, 2004
- [2] Rajendra, A.U., Paul, J. K., Kannathal, N., Lim, C.M., Suri, J.S. Heart rate variability: a review. Medical & Biological Engineering & Computing, 44(12), 1031-51, (2006)
- [3] Maziar Tavakoli, Lorenzo Turicchia, Rahul Sarpeshkar, "An Ultra-Low-Power Pulse Oximeter Implemented With an Energy-Efficient Transimpedance Amplifier", IEEE Transactions On Biomedical Circuits And Systems, Vol. 4, No. 1, February 2010, pp.27-38
- [4] Continua Health Alliance –[http:// www.continua-alliance.org/](http://www.continua-alliance.org/)
- [5] L. Schmitt, T. Falck, F. Wartena, and D. Simons, "Novel ISO/IEEE 11073 Standards for Personal Telehealth Systems Interoperability", Proceedings of Joint Workshop on High Confidence Medical Devices, Software, and Systems and Medical Device Plug-and-Play Interoperability, 2007, pp. 146-148.
- [6] HL7 – Health Level 7 at <http://www.hl7.org/>
- [7] IEEE Std 1451.5™-2007, IEEE standard for a smart transducer interface for sensors and actuators-wireless communication protocols and transducer electronic data sheet (TEDS) formats

Octavian Postolache, obteve o doutoramento em Electrotecnia e Computadores pela Universidade Técnica de Iasi, Roménia em 1999 e a Licenciatura com Mestrado integrado pela mesma universidade em 1992. Iniciou a actividade didáctica e de investigação em 1992 na Faculdade de Electrotecnia, Grupo de Instrumentação e Medida onde trabalhou como assistente e professor auxiliar no período 1992-2000 quando ingressou no Instituto de Superior Técnico e Instituto de Telecomunicações como investigador doutorado sendo hoje a continuar na mesma instituição como também como Professor adjunto na Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, departamento de Sistemas e Informática. Durante os últimos 10 anos desenvolveu soluções inovadoras ligadas aos sistemas automáticas de medida, sensores inteligentes, sistemas distribuídos, processamento inteligente com aplicação na área da monitorização de sinais vitais, monitorização ambiental, e técnicas não destrutivas indústria aeronáutica, monitorização e a análise das emissões de radiofrequência. Participou em vários projectos nacionais e internacionais como membro da equipa de investigação e com investigador responsável nas áreas acima indicadas tendo como resultados um número de dez patentes, um número de três livros, mais de quarenta artigos em revistas internacionais e mais de cem artigos em conferências internacionais com revisão. Como domínios de interesse actual são indicados os sistemas biomédicos móveis, as redes de sensores inteligentes e o processamento inteligente da informação dos sensores com integração em sistemas de informação geográfica.

Pedro Girão, obteve a Licenciatura, Doutoramento e Agregação em Engenharia Electrotécnica pelo Instituto Superior Técnico (IST) em 1975, 1988 e 1993, respectivamente. É Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores (DEEC) do IST e Investigador Sénior do Instituto de Telecomunicações. É autor ou co-autor de mais de 250 publicações científicas, de mais de 30 publicações pedagógicas e de 10 patentes. Presentemente desempenha, entre outras, as funções de Presidente do DEEC, de Coordenador, conjuntamente com o Prof. Luís Alcácer, da área científica de Basic Sciences and Enabling Technologies e de Responsável pelo Grupo de Instrumentação e Medidas do Instituto de Telecomunicações (IT), Pólo de Lisboa, de membro do Executive Committee da agência europeia Fusion for Energy e de presidente do IMEKO Technical Committee on Environmental Measurements (TC-19). Senior Member do IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers, os seus interesses científicos principais situam-se na Metrologia e Processamento de Sinal, em particular em aplicações nos domínios do Ambiente e Biomedicina.

Fernando Santiago, licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Ingressou em 1994 na empresa Autor Tecnologias Multimédia Lda, onde desenvolveu actividades como analista programador e de coordenação de desenvolvimento de soluções multimédia. Ingressou no Centro de Estudos de Telecomunicações em 1998, na área de Desenvolvimento de Serviços e Aplicações, onde participou no desenvolvimento de aplicações Web corporativas, para a intranet da PT. Desde 2000, coordena o desenvolvimento da Solução de Telemedicina Medigraf e participa em projectos da área da Telemedicina e Telesaúde.

António Pena, licenciado em Engenharia Informática e de Sistemas pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Trabalhou durante três anos como Analista e Programador para a Critical Software, no desenvolvimento de aplicações para a área das Telecomunicações. Ingressou na PT Inovação em 2005 onde desempenhou funções de Analista e Programador em projectos para a área da Saúde: Medigraf, LifeStream, etc.

03

O esgotamento do espaço de endereçamento IPv4: impacto e soluções para os ISP

palavras-chave:
Endereços IPv4, IPv6, partilha NAT444,
Dual-stack e *Address+Port*



Isabel Borges



Pedro Neves

Este artigo aborda a problemática do esgotamento do espaço de endereçamento IPv4 que se prevê que aconteça entre 2012 e 2013 e investiga soluções que permitam ultrapassá-lo.

De acordo com o entendimento comum, a resolução deste problema só será eficaz com a migração completa para o protocolo IPv6. Contudo, a maior parte das estratégias de migração dos operadores e fornecedores de serviço são baseadas em mecanismos de *Dual-Stack* que requerem endereçamento IPv4 e IPv6 em simultâneo. Assim, o operador é obrigado a duplicar as operações de gestão e manutenção para cada versão do protocolo utilizada.



Francisco Fontes

Este artigo discute as abordagens técnicas que permitem estender o tempo de vida do espaço de endereçamento IPv4 focando-se sobretudo nos três mecanismos de partilha de endereços IPv4: NAT444, *Dual-Stack lite* e *Address + Port*.

1. Introdução

Os resultados aqui apresentados foram obtidos no âmbito de um projecto Eurescom. A motivação principal deste trabalho foi endereçar a problemática da falta de endereços IPv4 e identificar os maiores problemas e soluções para os operadores e ISP.

Estima-se que no final de 2012 as entidades regionais de registo Internet (*Regional Internet Registries - RIR*) não terão mais endereços públicos IPv4 para atribuir. Na data do esgotamento, as *pools* dos ISP deixam de crescer e a simples oferta de acesso à Internet através do protocolo IPv6 não será satisfatória, uma vez que muitos serviços serão apenas acessíveis através do IPv4. Muito embora a solução definitiva seja o IPv6 e os ISP tenham que apostar fortemente na implantação desta tecnologia, o acesso à Internet em IPv4 ainda será necessário durante algum tempo para muitos clientes. Existem várias soluções para lidar com o esgotamento do espaço de endereçamento IPv4, muitas delas baseadas no princípio de partilha do endereçamento público entre diversos clientes.

Este artigo começará por fazer um levantamento relacionado com as várias possibilidades para estender o tempo de vida da gama de endereços IPv4 disponíveis e aumentar a eficiência na utilização do endereçamento IPv4 disponível nos operadores/ISP.

Seguidamente, as soluções de partilha do endereçamento IPv4 serão examinadas. O foco principal está na descrição técnica e comparação destas soluções de partilha com base em critérios técnicos considerados relevantes.

Finalmente serão elaboradas algumas conclusões/recomendações que possam constituir-se como linhas orientadoras para operadores e fornecedores de serviço, permitindo um maior esclarecimento quanto às diversas estratégias que visam mitigar o esgotamento do espaço de endereçamento IPv4.

2. Descrição do sistema ou solução

Ao longo dos últimos 30 anos a Internet passou de uma rede puramente académica para uma infra-estrutura que impacta a economia global de forma crítica. Toda a comunicação sobre a Internet é actualmente baseada no endereçamento IPv4 – mas estes endereços de 32 bits estão a tornar-se um recurso cada vez mais limitado. A solução que permitirá resolver definitivamente este problema passa pela implementação do IPv6, o qual utiliza endereços de 128 bits. Entretanto, importa considerar outras aproximações de como estender a gama de endereços IPv4 existentes ou aumentar a eficiência da utilização dos mesmos através da sua partilha, como se aborda de seguida.

Estender o tempo de vida da gama de endereços IPv4

No estado actual e para se obter uma disponibilização de endereços IPv4 podem considerar-se diversas opções para estender o tempo de vida da gama de endereços IPv4 como:

> Criar-se um mercado para endereçamento IPv4. Corre-se o risco de haver *“hoarding”* ou armazenamento de endereços IPv4 e da criação de um mercado negro. Se esta via for adoptada, é necessária a implementação de políticas que evitem este tipo de situação para impedir as várias formas de negociação/co-

mércio que possam levar a distorções de mercado como controlo monopolista, cartéis, fixação de preços, etc. Há ainda o risco de, quando houver uma grande necessidade em termos de continuação do negócio, haja transferência privada de endereços e utilização de endereços sem autorização. Desta forma o mercado negro evoluirá e os registos das RIR não reflectirão com precisão quem é dono dos endereços;

> Facilitar-se a aquisição de empresas que possuam grandes quantidades de endereços IPv4;

> Alargar-se a utilização dos chamados *“bogons”*, isto é, endereços que aparecem no espaço público sem haver autorização; um exemplo de bogons é a rede 100/8, que nunca foi atribuída pela IANA (*Internet Assigned Number Authority*). Hoje há operadores e ISP que usam este tipo de endereços para endereçar internamente partes das suas redes;

> Utilizar-se a gama de endereços reservada: 240/4 – o aparecimento desta gama no espaço público obriga a reconfigurações de *“firmware”* na maior parte dos routers da Internet que estão preparados para descartar pacotes com endereços nesta gama reservada;

> Recorrer a esquemas de forma a mitigar e sobreviver às consequências do esgotamento do endereçamento IPv4. Neste contexto surgem alguns esquemas que permitem criar uma *“bolsa de ar”* para aliviar a pressão do esgotamento dos endereços IPv4, sobretudo nos ISP, como o NAT 444, o DS-Lite ou A+P, que pela sua importância se descrevem nos próximos pontos.

Soluções de partilha de endereçamento IPv4

Neste capítulo serão abordadas as três soluções mais discutidas em diversos fora, como por exemplo o IETF, e que permitem um aumento de capacidade de utilização de endereçamento IPv4, uma vez que consideram a partilha de endereços públicos por vários clientes.

NAT444

O NAT 444 baseia-se na aplicação de dois níveis de NAT (*Network Address Translation*) com endereçamento IPv4. Assim:

- > O primeiro nível de NAT está localizado no CPE (*Customer Premises Equipment*) (NAT1) e faz NAT entre endereços IPv4 privados;
- > O segundo NAT está localizado num ou vários dispositivos na rede (NAT2), conforme se mostra na Figura 1, com a designação de CGN (*Carrier Grade NAT*) ou LSN (*Large Scale NAT*) e faz NAT entre endereços IPv4 privados da rede de acesso e endereços públicos na Internet.

Este esquema apresenta como principal vantagem não exigir alterações dos CPE, ou *gateway* de cliente. No entanto, apresenta os seguintes inconvenientes:

- > Escalabilidade dado que esta solução impõe limites em termos do número de sessões nos CPE;
- > Algumas aplicações requererem tratamento especial, como por exemplo o protocolo de estabelecimento de sessão SIP, dado que transporta o endereço IPv4 no *payload* do pacote.

A multiplexagem de vários níveis de IPv4 exige a duplicação de estados no CPE e no nó CGN, e ambos os equipamentos são também obrigados a fazer o “*track*” da sessão. O encaminhamento adequado da Internet para o host do cliente depende do seguinte:

- > A sessão deve ser iniciada a partir do terminal “interno” para a rede exterior, permitindo um mapeamento correcto no CPE e CGN;
- > A rota de “fora para dentro” deve ser exclusivamente identificada. Isto é, o CGN tem um mapeamento de endereço/porto de “fora para dentro” que aponta para um CPE de um cliente específico; o CPE tem outro mapeamento idêntico

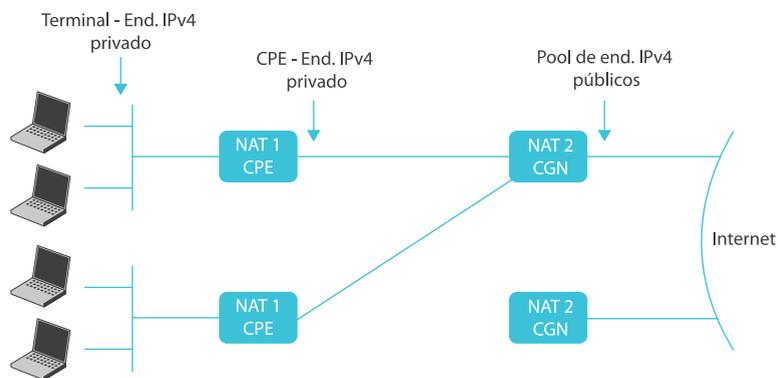


Figura 1 – NAT444

de “fora para dentro” que leva o pacote directamente para o terminal de destino ou segue a rota única dentro da rede de cliente.

DS-Lite

Outro esquema usado para esticar a *pool* de endereços IPv4 é designado por *Dual Stack lite*, ou abreviadamente por *DS-lite*. Na abordagem *DS-lite* é mantido apenas um nível de NAT. O tráfego com endereçamento privado IPv4 é encapsulado em pacotes IPv6 pelo CPE, que envia o tráfego IPv6 para a CGN. A CGN desencapsula o tráfego com endereçamento privado IPv4 e faz a tradução endereço/porto. Na Figura 2 mostra-se o esquema para o *DS-lite*.

A+P

Há nomes diferentes para este esquema: A+P (de *Address* mais *Port*), *Port Range* ou *Port-Extended Addressing*. Este esquema de endereçamento IPv4 consiste em fornecer o mesmo endereço público IPv4 para vários clientes ao mesmo tempo com gamas de portos diferentes entre eles, permitindo que dois clientes com o mesmo endereço não se sobreponham. A Figura 3 ilustra este esquema.

Os pacotes gerados pelos clientes são pacotes completamente normais, podendo ser entregues à Internet. No sentido oposto, os pacotes quando chegam à rede destino do ISP chegam com o endereço destino de diversos clientes. Assim, o porto e o endereço de destino devem ser analisados conjuntamente de forma a entregar o pacote ao cliente certo. Há basicamente dois processos de manipular o encaminhamento dos pacotes que chegam:

- > A+P com um *Port Range Router* (PRR) Aqui são estabelecidas relações entre o PRR e cada CPE seu federado. As relações estabelecidas podem basear-se em vários mecanismos: L2TP, endereço IPv4 privado até ao CPE e IPv4 sobre IPv4, endereço IPv4 privado até ao CPE e endereço MAC de destino ao nível do acesso L2, IPv6 até ao CPE e IPv4 sobre IPv6. Este último é o preferido promovendo a migração para o IPv6. Um PRR tem uma tabela com todos os mapeamentos na forma de (@IPv4, PR) <-> Túnel ID, onde o (@IPv4, PR) é o endereço público IPv4 e gama de portos atribuídos a um dado cliente e o Túnel ID é o identificador interno do PRR para a re-

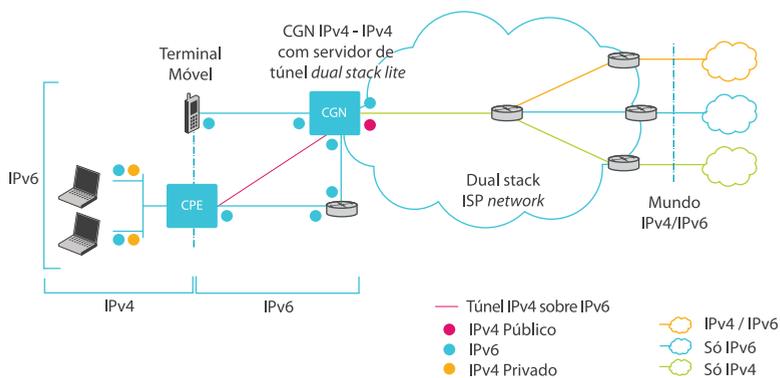


Figura 2 – DS-Lite

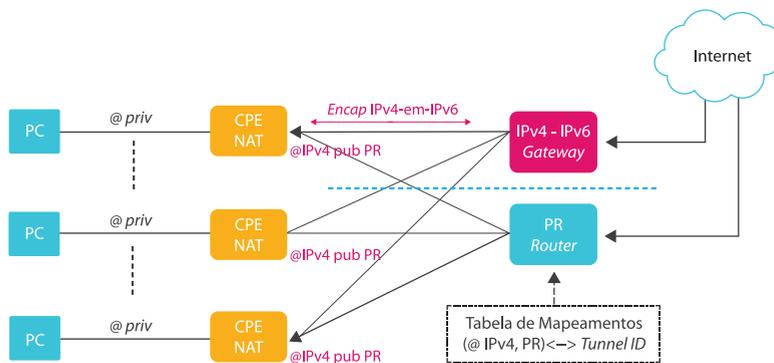


Figura 3 – A+P

lação ponto a ponto estabelecida entre o PRR e o seu cliente.

- > A+P com uma *gateway* IPv4-IPv6 – Uma nova função, designada por CPE IPv4-IPv6 é inserida pelo ISP no percurso de recepção. Quando o CPE IPv4-IPv6 recebe um pacote IPv4 da Internet, recupera o endereço IPv4 e o porto de destino, e dinamicamente constrói o endereço de destino IPv6 do pacote IPv6 que transporta o pacote IPv4: *Pref6+@IPv4dest+Portdest*. Neste caso, em contraste com o PRR, não é necessário manter qualquer estado no CPE IPv4-IPv6.

Com o mecanismo PRR, os pacotes de um cliente para outro cliente devem passar pelo PRR que manipula a sub-rede de destino. Isto significa que comunicações entre dois CPE suportados pelo mesmo PRR devem passar por este PRR. Assim, todos os pacotes de saída devem atravessar o dispositivo PRR, mas apenas as comunicações internas utilizam a função de PRR. Da perspectiva de encaminhamento de um pacote IPv4, não existem *routers* intermédios entre um PRR e os seus CPE. São estabelecidos túneis entre estes dois pontos.

3. Resultados

De forma a haver uma ideia clara sobre todas as possibilidades que existem para responder ao esgotamento do espaço de endereçamento IPv4, foram abordadas diversas soluções começando com uma solução disruptiva até um esquema de transição:

- > Implementação de cenários globais IPv6;
- > Estender a gama de endereçamento IPv4;
- > Aumentar a eficiência pela partilha de endereços IPv4 entre diversos clientes.

A primeira possibilidade corresponde à

migração completa para o IPv6. Esta é uma solução disruptiva uma vez que os protocolos IPv4 e IPv6 são incompatíveis entre si. Esta estratégia obrigaria a que os ISP migrassem completamente as suas plataformas desde o *core* até ao acesso para soluções completamente IPv6. Contudo e dado que a grande maioria dos serviços Internet continuam apenas disponíveis em IPv4 durante os próximos anos, a adopção em pleno do IPv6 não será a mais inteligente a curto-prazo, visto que os ISP vão continuar a fornecer IPv4 a muitos dos seus clientes.

O espaço de endereçamento IPv4 é gerido a nível mundial pela IANA e pelos RIR, que atribuem endereços IPv4 aos ISP e operadores. Uma possibilidade para estender a gama de endereços IPv4 passa por redefinir a gama 240.0.0.0/4 disponível ao nível da IANA e que actualmente está reservada para uso futuro. Contudo, a utilização desta gama implica profundas alterações ao nível da pilha protocolar IP, visto que as implementações actuais (Windows, Linux, Solaris e OSX, bem como os sistemas operativos dos *routers*) consideram esta gama como inválida. Existem também problemas de difícil resolução associados com segurança.

Outra alternativa é actuar ao nível das RIR. A maior parte das RIR não possui políticas activas em termos de recuperação de recursos não utilizados de organizações para a *pool* de endereços públicos disponíveis a menos que essas organizações encerrem. Assim, é possível aumentar as políticas de controlo, definindo acções específicas para situações onde haja uma utilização incorrecta da atribuição de endereçamento IPv4, quer através de um melhor uso dos mesmos ou de retorno desses endereços à *pool* pública.

Finalmente, outra solução é estender os

recursos disponíveis IPv4 ao nível dos operadores e ISP aumentando a eficiência da sua utilização. Esta estratégia passa principalmente por se abandonar o modelo de atribuição de um endereço público IPv4 a um único cliente (i.e. partilha de endereçamento IPv4). Os ISP atribuirão o mesmo endereço público IPv4 a mais de um cliente em simultâneo. Tecnicamente isto aumenta a complexidade e os operadores terão de diferenciar os vários clientes recorrendo à extensão do campo de endereçamento através do uso de portos ou empregando quaisquer outros métodos.

Este trabalho focou-se nesta última abordagem e nas três propostas existentes para a partilha de endereçamento IPv4: NAT444, *Dual-Stack lite* e *Address + Port*.

Brevemente, o NAT444 refere-se a soluções com dois níveis de NAT. Há a tradução de um endereço IPv4 para outro e outra tradução deste para um terceiro. Uma vez que não são necessárias alterações ao nível do NAT nos CPE, a solução NAT444 é quase transparente do ponto de vista do utilizador, e por isso uma abordagem interessante. Contudo do lado da rede haverá impacto ao nível dos sistemas de suporte às operações.

Na abordagem *Dual-Stack lite*, é necessário apenas um nível de NAT que está colocado na rede do fornecedor (CGN).

O tráfego que possui endereçamento IPv4 privado é encapsulado em pacotes IPv6 pelo CPE que os encaminha para o CGN. Aí o tráfego com endereçamento privado é desencapsulado e é feita a tradução de endereço e porto. Como os endereços IPv4 dos terminais não são únicos, o CGN necessita de incluir os endereços IPv6 dos CPE nos seus mapeamentos. Como resultado da abordagem *Dual-Stack lite*, é óbvio que a rede de acesso à qual se ligam os CPE terá que ser *IPv6-enabled*.

O esquema *Address + Port* não necessita da funcionalidade do CGN. Atribui o mesmo endereço público IPv4 simultaneamente a vários clientes com restrições na gama de portos de cada um. Assim dois clientes com o mesmo endereço IPv4 possuem duas gamas de portos diferentes e não se sobrepõem.

4. Importância para os negócios do Grupo PT

Este trabalho foi importante para o grupo PT uma vez que permitiu comparar estratégias entre vários operadores europeus relativas às diferentes abordagens para a

implementação de mecanismos para responder ao esgotamento do espaço de endereçamento IPv4.

5. Conclusões

Como conclusão principal, pode afirmar-se que não existe uma solução óptima que se adeque a todos os cenários de operadores e ISP. Cada operador/ISP deve analisar cuidadosamente a dimensão do problema e quais os modelos de negócio que fazem sentido implementar, tendo sempre em consideração os requisitos do mercado. Os aspectos de maturidade da solução, custo, alterações maiores na rede, complexidade e evolução futura são apenas alguns dos que devem ser tidos em consideração.

Para finalizar, baseados na análise e comparação de abordagens efectuadas durante o trabalho, foi elaborado um conjunto de questões que devem ser respondidas antes do início da implementação de qualquer solução. As mais pertinentes são:

- > Por quanto mais tempo pode a rede e os serviços funcionarem sem qualquer solução de partilha de endereços IPv4?
- > Existe já um CGN a ser utilizado?
- > A rede de acesso já suporta o *dual-stack*?
- > Os CPE podem ser actualizados a um custo baixo?

Referências

- [1] Eurescom project P1952 -IPv4 address exhaustion: Issues and Solutions for Service Providers
- [2] Deliverable 2 - "IPv4 Address Exhaustion: Solutions, Solution impacts and Guidelines for Internet Service Providers (ISP)"

Francisco Fontes, licenciado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, ramo de Electrónica e Telecomunicações, pelo Instituto Superior Técnico (Setembro de 1991) e Doutoramento pela Universidade Politécnica de Madrid (Novembro de 2000) na área de gestão distribuída de redes de telecomunicações. Em Setembro de 1991 iniciou a sua actividade profissional na PT Inovação (CET) tendo-se especializado em tecnologias de rede de banda larga. Actualmente os seus interesses situam-se na área das arquitecturas de redes, em especial na sua evolução para arquitecturas RPG All-IP, com ênfase no IMS. É especialista em tecnologias de rede local e acesso, IPv6 e Multicast. Até Set/2010 foi docente na Univ. de Aveiro/DETI, na qualidade de Professor Auxiliar Convidado, para as áreas de redes IP aplicadas às telecomunicações.

Pedro Neves, licenciado e Mestre em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2003 e 2006 respectivamente, encontra-se, desde 2007, a desenvolver o Doutoramento em Engenharia Informática e Telecomunicações na mesma Universidade. Simultaneamente, participa na co-orientação de alunos de Mestrado de Engenharia Electrónica e Telecomunicações. Após a Licenciatura, tornou-se bolseiro de investigação do Instituto de Telecomunicações, onde trabalhou nos projectos co-financiados pela Comissão Europeia DAIDALOS-I e II, tendo sido responsável pela definição de uma arquitectura para a rede de acesso com integração da tecnologia WiMAX. Em Junho de 2006 iniciou actividade na PT Inovação, no domínio das redes de acesso wireless de próxima geração all-IP, nomeadamente na especificação de mecanismos para suporte de mobilidade transparente e QoS para as tecnologias WiMAX e 3GPP UMTS/LTE, no âmbito de projectos co-financiados pela Comissão Europeia (WEIRD e HURRICANE) e pelo Eurescom. É co-autor de cerca de 6 livros na área das telecomunicações, e tem mais de 25 artigos publicados em revistas e conferências internacionais.

Isabel Borges, concluiu a Licenciatura e Mestrado em Eng. Electrónica e Telecomunicações na Universidade de Aveiro. Fez uma pós-graduação em Microondas na mesma Universidade em colaboração com a Teka Portuguesa, tendo leccionado aulas práticas da disciplina de Propagação Guiada do curso de Eng. Electrónica e Telecomunicações. Ingressou na PT Inovação em 1991 e esteve envolvida nas áreas de Investigação Aplicada em Redes Ópticas, Prospectiva e Integração Tecnológica, Tecnologias de Banda Larga, Tecnologias e Sociedade da Informação, Consultoria e Sociedade de Informação e Gabinete de Consultoria Tecnológica da PT Inovação. Actualmente integra o departamento de Investigação Aplicada e Difusão do Conhecimento. Os seus interesses situam-se nas áreas de Qualidade de Serviço em redes IP, Peering e os desafios da evolução da Internet.

04

Portabilidade numérica baseada em ENUM

palavras-chave: Portabilidade Numérica, ENUM, Redes de Próxima Geração, *IP Multimedia Subsystem*



Nuno Ribeiro



Luís Filipe Silva



António Amaral



Sérgio da Silva

A evolução de Redes Legadas para Redes de Próxima Geração (RPG) ou redes IMS (*IP Multimedia Subsystem*) é cada vez mais um cenário real que deve ser colocado à consideração dos Operadores de Telecomunicações. Para além de novos serviços, as redes IMS, devem também disponibilizar os serviços impostos pelas entidades reguladoras. Um exemplo desses serviços, é o Serviço de Portabilidade Numérica.

Este artigo descreve, a utilização de E.164 *Number Mapping* (ENUM) para implementar o serviço de Portabilidade Numérica em RPG segundo o preconizado pelos organismos de normalização relevantes e descreve o posicionamento do produto *ip-Compass*®, como solução para disponibilizar Portabilidade Numérica ENUM em RPG de forma sinérgica com as actuais base de dados (legadas) de portabilidade.



```
IN NAPTR 100 100 "u" "E2U+sip" !^.*$!sip:+351234613555@sip.sapo.pt! .
IN NAPTR 100 100 "u" "E2U+email" !^.*$!mailto:luis@sip.sapo.pt! .
```

Figura 1 – Mecanismo de tradução do número de telefone tradicional em registo NAPTR

1. Introdução

Com o interesse crescente na Voz sobre IP (VoIP), Fax sobre IP, Vídeo sobre IP e outros serviços de telecomunicações implementados sobre redes IP, o ENUM (normalizado para as redes IMS/RPG) permite facilitar a convergência entre as redes IMS/RPG e os serviços tradicionais de telecomunicações.

A implementação de ENUM, permite aos operadores aproveitar a base de dados existente de números e utilizadores de telefones PSTN, acompanhando a migração para redes IP, com os benefícios inerentes ao nível dos custos e possibilidades de serviços inovadores. A interligação dos serviços PSTN (voz) com serviços baseados em IP, acelera a convergência e a adopção de novos serviços multimédia e de dados. Como tal, o ENUM permite o mapeamento entre números de telefone no formato E.164 e endereços de Internet, permitindo o acesso a aplicações por utilizadores que apenas disponham de um número de telefone tradicional.

O ENUM, definido pelo IETF, baseia-se na arquitectura e no protocolo DNS. Através de um registo do DNS, designado por *Naming Authority Pointer* (NAPTR), o ENUM reconhece as formas disponíveis para contactar um determinado utilizador, identificado pelo número de telefone. Com o registo do número de telefone no DNS, é

possível associar a esse número um conjunto de dados, tais como, o número de telefone fixo, o endereço de e-mail, o número de fax, o número de telefone móvel, serviços de mensagens, correio de voz ou outros. Assim, através da informação contida no registo NAPTR, é possível determinar os tipos de aplicação e serviços de comunicações associados ao número telefónico, pela sua ordem de preferência de contacto. A figura seguinte apresenta um exemplo do processo descrito anteriormente.

Através do número de telefone associado ao destinatário da mensagem, o servidor realiza um pedido NAPTR ao servidor ENUM. Como se trata de um pedido DNS, o número de telefone terá de ser convertido num *Fully-Qualified Domain Name* (FQDN). Ao receber o pedido para o FQDN associado ao destino da chamada, o servidor de ENUM efectua uma consulta a uma base de dados para resolver o nome e encontrar a resposta ao pedido. Esta consulta pode ser local ou pode ser feita a outros servidores ENUM, recorrendo à hierarquia de servidores. O resultado de uma consulta ENUM pode ser um ou mais *Uniform Resource Identifiers* (URI), com a sua ordem de processamento e de preferência indicadas pelos valores do registo NAPTR. Os URI são, assim, um meio de referenciar os recursos ou serviços associados aos números E.164.

Na figura 1, o número de telefone está associado a dois registos NAPTR, que permitem o encaminhamento de chamadas e o envio de emails, podendo os pedidos ser encaminhados para o destinatário de acordo com o serviço pretendido.

2. Descrição da solução

A arquitectura IMS foi definida pelo 3GPP para as redes móveis all-IP e adoptada de forma semelhante pelo 3GPP2, servindo de base às evoluções para redes convergentes sob normalização no âmbito do *European Telecommunication Standards Institute* (ETSI) *Telecoms and Internet converged Services and Protocols for Advance Network* (TISPAN). O IMS é especificado como uma arquitectura que permite a integração de aplicações multimédia baseadas em IP e o estabelecimento de sessões multimédia entre utilizadores de redes baseadas em pacotes (WLAN, xDSL, WiMAX, etc.) e em circuitos (PSTN, ISDN, MPLN, etc).

O IMS suporta a utilização de identidades no formato TELURI (ex: "tel:+351234613555") ou SIP URI (ex: "sip:+351234613555@sip.sapo.pt" e "sip:maria@sip.sapo.pt"), para encaminhar os pedidos dos clientes IMS. No entanto, tipicamente é mais simples para os utilizadores marcarem um número de telefone, em vez de marcarem um SIP URI. Assim sendo, como é utilizado o

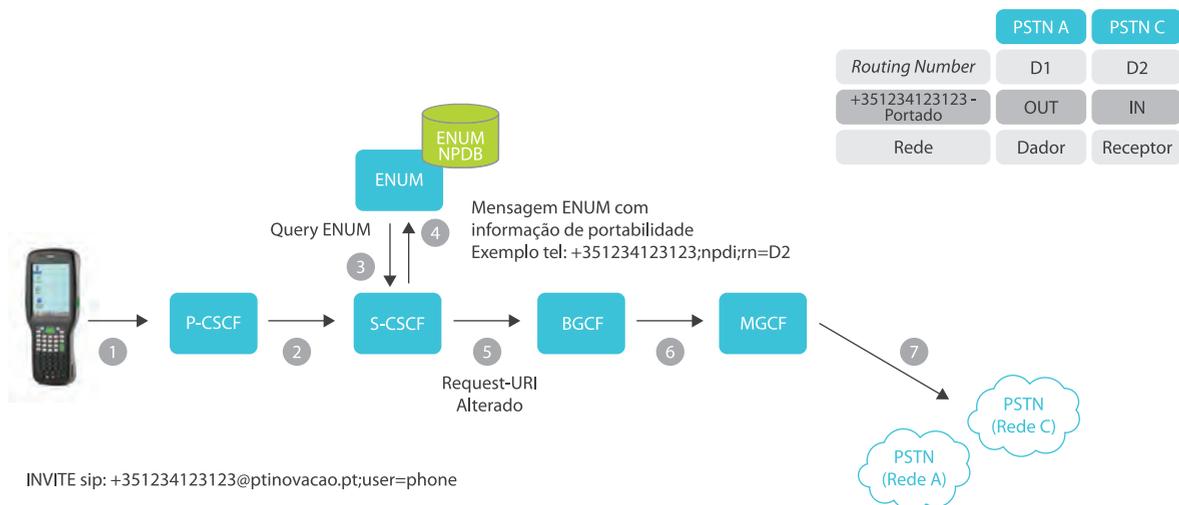


Figura 2 – Diagrama da sinalização envolvida para suporte da portabilidade numérica

domínio das identidades para identificar a rede do destinatário, é necessário proceder à tradução dos TEL URI para SIP URI, usando-se para esse efeito o ENUM.

Ao receber uma chamada, o operador IMS da origem da chamada tem que identificar o operador destino da chamada. Analisando o número de destino presente na mensagem SIP, um componente da rede IMS consulta o servidor de ENUM através de uma query ENUM (registo NAPTR).

No caso do número de destino estar associado a um registo NAPTR, significa que esse número pertence a uma identidade IMS; a única exceção é a portabilidade numérica, onde o número de destino está associado a um registo, mas é feito a *breakout*.

No caso do número de destino não estar associado a um registo NAPTR, significa que não pertence a uma identidade IMS e, neste caso, a chamada é encaminhada (*breakout*) para a rede PSTN.

A portabilidade numérica através de ENUM, segue o método *All Call Query* (ACQ), em que a rede de origem é responsável por resolver as questões de portabilidade, consultando para esse efeito o servidor ENUM em todas as chamadas originadas na sua rede.

Um dos cenários onde se pode aplicar a portabilidade numérica usando o ENUM, é o caso da portabilidade de clientes PSTN em redes IMS (RFC 4769).

A Figura 2 apresenta um exemplo de um cenário de resolução de portabilidade nu-

mérica através do ENUM, onde um número da rede PSTN A é portado para a rede PSTN B e o cliente originador da chamada está na rede IMS.

Quando o cliente IMS estabelece uma chamada para o número de destino, aplicando o modelo ACQ, um elemento da rede IMS (*Serving Call Session Control Function* (S-CSCF)), consulta o servidor de ENUM para resolver o destino para onde deverá ser encaminhado o pedido. Neste caso, como se trata de um número que não pertence à rede IMS, o resultado ao pedido NAPTR apresenta um URI onde são incluídos dois parâmetros de portabilidade:

- > O parâmetro *npdi* (NP DB *dip Indicator*) é incluído para evitar que sejam consultadas novamente as bases de dados de portabilidade existentes na rede legada;
- > o parâmetro *rn* (*Routing Number*) é usado para que a rede IMS encaminhe direc-

tamente a chamada para a rede PSTN para onde o número foi portado.

Na Figura 2, através do *routing number* ("rn=D2"), a rede IMS encaminha o pedido directamente para a rede PSTN C, rede que recebeu o número portado. Desta forma, garante-se um encaminhamento com um menor custo, dado que o tráfego não circula pela rede dadora.

Na arquitectura *ShipNet*®, a plataforma *ip-Compass* é responsável pela implementação das funcionalidades de servidor DNS/ENUM. Trata-se de um produto concebido para ser extensível e adaptável às diversas necessidades dos operadores, principalmente nesta fase de migração de plataformas *legacy* para ambientes NGN. Nesse sentido, o *ip-Compass* disponibiliza também diferentes soluções ENUM para implementação de Portabilidade Numérica, mediante os cenários pretendidos (apresentados na Figura 3):

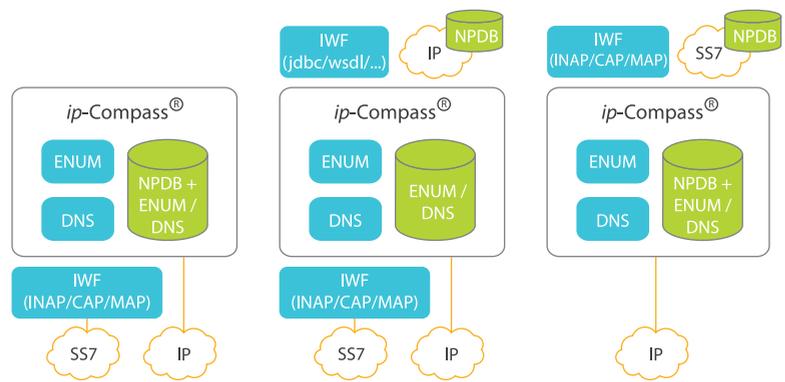


Figura 3 – Posicionamento do *ip-Compass* em cenários de portabilidade numérica ENUM

- > Cenário em que operador pretende ter a informação de portabilidade centralizada numa única base de dados. Neste caso, os números não portados, os números portados para outros operadores e os números de outros operadores portados para o operador, estão armazenados na base de dados interna ENUM. A origem dos pedidos pode ser a partir de redes SS7 ou redes IP. No caso das redes SS7, a plataforma disponibiliza um Interworking Function (IWF) SS7 para o serviço de portabilidade via INAP/CAP/MAP;
- > Cenário em que o operador pretenda fazer uma integração com uma base de dados central (externa) IP para resolver as questões de Portabilidade Numérica. Para este cenário, a plataforma disponibiliza um IWF IP (jdbc,wsdl,...) para interligação com a NPDB. Neste cenário a origem dos pedidos pode ser a partir de redes SS7 ou redes IP;
- > Cenário em que o operador pretenda fazer uma integração com uma Base de Dados Central (externa) SS7 para resolver as questões de Portabilidade Numérica. Para este cenário, a plataforma disponibiliza um IWF SS7 para interligação com entidades externas que implementem portabilidade via INAP/CAP/MAP (SCP, CSE, MNP SRF). Para este cenário, a origem dos pedidos é a partir de redes IP;
- > Redução do OPEX, com a utilização da solução ENUM para Portabilidade Numérica;
- > Integração com sistemas existentes;
- > Suporte de novas integrações;
- > Conformidade com os *standards*.

4. Conclusões

Na interligação de redes IMS / RPG com redes PSTN, a necessidade de resolver as questões de portabilidade numérica é uma realidade e, nessa perspectiva, o ENUM assume-se como uma alternativa bastante viável.

Atendendo à tendência actual de migração para uma Rede de Próxima Geração por parte dos operadores de telecomunicações (onde se pretende que haja a manutenção dos diversos serviços legados actualmente disponibilizados aos clientes), estamos em crer que estes irão encontrar no ENUM uma solução para acelerar a interligação entre domínios. A migração para a Rede de Próxima Geração irá ser facilitada, sendo a plataforma *ip-Compass* uma forte alternativa, devido às potencialidades de integração e flexibilidade que dispõe.

3. Importância para os negócios do Grupo PT

Atendendo ao crescente interesse dos operadores de telecomunicações pela rede IMS para a disseminação de serviços de telecomunicações como a Voz sobre IP (VoIP), Fax sobre IP e Vídeo sobre IP, o ENUM permite facilitar a convergência entre as redes *legacy* e o IMS de forma a garantir a manutenção dos serviços tradicionais a que os clientes finais já tem em uso e dos quais não abdicam.

Nos últimos anos a PT Inovação tem apostado na arquitectura IMS, através da iniciativa *ShipNet* onde são desenvolvidos um conjunto de produtos que permitem constituir uma rede IMS. Nesse sentido e, tendo em consideração os cenários apresentados no capítulo 2, a plataforma *ip-Compass* poderá ter um papel fundamental para os negócios do grupo PT num futuro muito próximo uma vez que permitirá aos nossos clientes terem os seguintes benefícios:

- > Simplificação de processos de gestão de base de dados, consequência da centralização da base de dados para a resolução de nomes e tradução ENUM;

Referências

- [1] IETF RFC 3261, SIP: Session Initiation Protocol, Junho 2002.
- [2] IETF RFC 3401, Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Part One: The Comprehensive DDDS, Outubro 2002.
- [3] IETF RFC 3404, Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Part Four: The Uniform Resource Identifiers (URI) Resolution Application, Outubro 2002.
- [4] IETF RFC 3482, Number Portability in the GSTN: An Overview, Fevereiro 2003.
- [5] IETF RFC 3761, The E.164 to Uniform Resource Identifiers (URI) Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Application (ENUM), Abril 2004.
- [6] IETF RFC 4694, Number Portability Parameters for the "tel" URI, Outubro 2006.
- [7] IETF RFC 4769, IANA Registration for an Enum Service Containing Public Switched Telephone Network (PSTN) Signaling Information, Novembro 2006.
- [8] 3GPP TS 23.228, Technical Specification Group Services and System Aspects; IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2.
- [9] ETSI TS 102 172, Minimum requirements for interoperability of ENUM implementations.
- [10] Anacom: "Consulta Pública - Serviço ENUM", Março 2006.
- [11] Anacom: "Relatório da Consulta Pública - ENUM", Janeiro 2007.
- [12] Ivcek, Mario: "ENUM based Number Portability in VoIP and IMS Networks".

Nuno Ribeiro, concluiu a Licenciatura em Engenharia e Electrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro em 2005. Ingressou na Siemens SA onde desenvolveu um projecto na área de *Gigabit-capable Passive Optical Networks*. Ingressou na PT Inovação como investigador e participou em projectos da iniciativa Shipnet® e projectos europeus (IST) na área de Redes de Nova Geração. Fundou a empresa Ubiwhere Lda em Setembro de 2007, e da qual é sócio até à data. Concluiu em 2009, o Mestrado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações - Redes *Wireless*, pela Universidade Queen Mary em Londres. Encontra-se enquadrado no departamento de Desenvolvimento de Plataformas de Rede e Soluções Multimédia, unidade de Redes Convergentes da PT Inovação onde esteve envolvido inicialmente no desenvolvimento dos produtos *ip-Compass* e *ip-Deck* e actualmente é um dos colaboradores do projecto *Framework* Tecnológica.

Luís Filipe Silva, concluiu em 2005, a Licenciatura em Engenharia e Electrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro. Ingressou nesse mesmo ano a PT Inovação, estando desde então ligado à área de Redes de Próxima Geração. Concluiu em 2009 o Mestrado integrado em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro, defendendo a dissertação de mestrado intitulada de "Plataformas de Serviços em Redes de Próxima Geração (IMS)". Actualmente, integra o departamento de Desenvolvimento de Plataformas de Rede e Soluções Multimédia, na divisão de Soluções e Serviços Convergentes.

António Manuel Amaral, concluiu em 2001, a licenciatura em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro. Ingressou nesse ano no Instituto de Telecomunicações de Aveiro como investigador na área de Redes. Concluiu em 2006, o Mestrado em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro, defendendo a dissertação de mestrado intitulada de "Encaminhamento *Multicast* em Redes IP". Ingressou na PT Inovação em 2006 e está incorporado no departamento de Desenvolvimento de Plataformas de Rede e Soluções Multimédia, na divisão de Soluções e Serviços Convergentes, desempenhando o papel de *Team-Leader* de uma equipa responsável pelo desenvolvimento de Soluções e Serviços Convergentes.

Sérgio Pedro Pratas da Silva, concluiu em Julho de 1999 a licenciatura em Engenharia Electrotécnica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, no ramo de Telecomunicações. De Outubro de 1999 a Agosto de 2000 desempenhou a função de Técnico de Desenvolvimento de Software para EWSD na Siemens S.A. em Alfragide. Ingressou a 1 de Setembro de 2000 na PT Inovação no departamento de Serviços de Rede Inteligente onde sempre trabalhou na área dos protocolos de rede inteligente. Desde 2006 que trabalha na área das redes de próxima geração, nomeadamente desenvolvimento de produtos da família Shipnet®. Actualmente, integra o departamento de Desenvolvimento de Plataformas de Rede e Soluções Multimédia, onde desempenha as funções de gestor da divisão de Soluções e Serviços Convergentes.

05

Eficiência energética em redes móveis

palavras-chave:
Eficiência energética, Energia, LTE,UMTS, redes
móveis, 3GPP, *Femto-cells*,
Cooperative Networks.



Eduardo Sá
(IT)



Álvaro Gomes
(PTI)

O crescimento exponencial de utilizadores de redes sem fios e do débito total fornecido têm um impacto significativo no consumo de energia e, consequentemente, nas emissões de dióxido de carbono nas redes móveis. Estão a ser investigadas soluções, particularmente de eficiência energética que minimizem estes efeitos. O aumento da eficiência no consumo de energia nas redes móveis é uma necessidade ditada não só por aspectos ambientais (pegada ambiental) e de negócio (OPEX) mas também pela própria evolução tecnológica dos sistemas.

O aumento do consumo energético, devido à utilização de serviços de alto débito no HSPA ou LTE, é visto como uma limitação futura à mobilidade dos terminais, "*4G Energy Trap*", pois estes virão a sua autonomia reduzida, se pretenderem utilizar estes serviços frequentemente, ou seja terão que proceder a carregamentos frequentes da bateria.

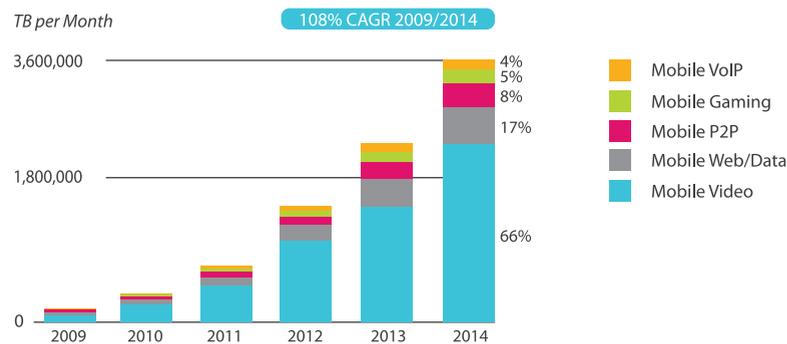


Figura 1 - Crescimento do tráfego em redes móveis [1]

1. Introdução

O crescimento do número de utilizadores e o aumento do débito dos serviços fornecidos conjugados provocam um aumento exponencial do tráfego total mundial, Figura 1 [1], o que leva à necessária expansão e *upgrade* das redes de telecomunicações, cabladas e sem fios, e assim ao aumento da energia consumida pelos sistemas de telecomunicações.

O impacto faz-se sentir no meio ambiente de maneira negativa, já que a maior parte desta energia vem da combustão de combustíveis fósseis.

Estima-se que só o sector das Tecnologias da Informação e Comunicação (ICT) contribui com 2-2.5% dos gases de efeito de estufa, e com o aumento previsto do sector prevê-se que a produção anual de 151 MtCO₂ (Mega toneladas de Dióxido de Carbono) passe para 349 MtCO₂ em 2020, Figura 2 [2].

Existe um enorme potencial para as ICT, não só mitigarem as suas emissões, como contribuírem para a sua diminuição noutros sectores, nomeadamente através de sistemas de monitorização e controlo.

O aumento da factura energética é também negativo para os operadores de telecomunicações já que significa um aumento dos custos de operação da rede (OPEX), o que está longe de ser desprezável.

Além dos aspectos atrás mencionados: diminuição da pegada ambiental e diminuição dos custos de exploração dos operadores, existe outro aspecto motivador para a procura de soluções cada vez mais eficientes do ponto de vista energético. A evolu-

ção das tecnologias rádio tem vindo a permitir o fornecimento de débitos cada vez mais elevados no terminal móvel, a banda larga móvel, (o LTE irá permitir velocidades até 150Mbps *downlink* (DL) e 75Mbps *uplink* (UL) [3]). No entanto, com o aumento do débito disponível aumenta também o consumo de energia despendida que, no caso dos terminais móveis, pode significar uma diminuição drástica da sua autonomia, ficando assim seriamente comprometida a viabilidade comercial do serviço se o mesmo "esgotar" a bateria em poucos minutos, isto é a "4G *Energy Trap*". É portanto necessário encontrar soluções que aumentem a eficiência do consumo energético e que garantam a autonomia do equipamento móvel a débitos cada vez mais elevados.

Qualquer solução para estes problemas requer uma abordagem holística que passa pelo aumento da eficiência energética nos equipamentos, nos processos dos sistemas de telecomunicações e na produção dos equipamentos.

Este artigo está dividido da seguinte forma: na secção 2 é apresentado um resumo das técnicas de redução de consumo energético presentemente aplicados em vários sistemas móveis. Na secção 3 são apresentados três tecnologias que irão permitir no futuro reduzir o consumo energético nos sistemas de telecomunicações móveis. Na secção 4 é apresentada a arquitectura do projecto C2POWER que incorpora mecanismos de mobilidade vertical com cooperação inter-terminais para aumentar a eficiência energética na vertente dos terminais. Na secção 5 são apresentadas algumas ideias para poupança energética. Este artigo finaliza na secção 6 com a

apresentação das conclusões.

2. Estado da Arte

As redes móveis desde sempre contemplaram mecanismos para minimizar o consumo energético. No entanto o objectivo com que estes foram desenhados, nada têm a ver com preocupações ambientais mas com outros mais imediatos; como a autonomia do terminal e a minimização da interferência.

A autonomia do terminal é um aspecto essencial de qualquer rede móvel e é determinante no seu sucesso ou falhanço como negócio [2]. Para minimizar o consumo energético no terminal são usados mecanismos de controlo de potência e descontinuidade da transmissão, períodos em que o terminal está adormecido, entre outros.

Estes mecanismos podem variar ligeiramente em termos de implementação ou ser específicos a certas tecnologias.

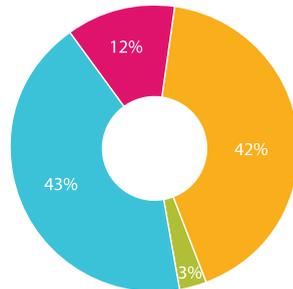
A maioria das redes celulares utilizam a reutilização de frequências disponíveis no espaço físico de modo a minimizar a interferência de co-canal e canal adjacente e deste modo conseguir uma utilização mais eficiente do espectro disponível.

O aumento da eficiência energética que, nos terminais surge essencialmente para maximizar a autonomia, tem também um papel significativo na minimização da interferência e logo na capacidade e cobertura rádio do sistema. Na EB (Estação Base) os mecanismos de minimização da potência radiada surgem basicamente como mecanismo para redução da interferência já que o problema da autonomia não se põe.

Global telecoms emissions %

2002
100% = 151
MtCO₂e

- Mobile (66 MtCO₂e)
- Fixed narrowband (64 MtCO₂e)
- Telecom devices (18 MtCO₂e)
- Fixed broadband (4 MtCO₂e)

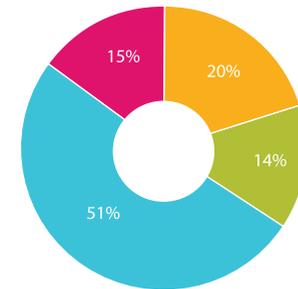


Mobile phones represented 3% of the total ICT footprint (11% of 30%)

Fixed broadband represented 1% of the total ICT footprint (3% of 30%)

2020
100% = 349
MtCO₂e

- Mobile (179 MtCO₂e)
- Fixed narrowband (70 MtCO₂e)
- Telecom devices (51 MtCO₂e)
- Fixed broadband (49 MtCO₂e)



Mobile phones will represent 1% of the total ICT footprint (6% of 25%)

Mobile networks will represent 13% of the total ICT footprint (51% of 25%)

Fixed broadband represented 1% of the total ICT footprint (3% of 30%)

Figura 2 - Produção anual de CO₂ em 2002 e a previsão para 2020 com separação entre sectores [3]

Alguns exemplos destes mecanismos são apresentados a seguir:

Controlo de potência

Os mecanismos de controlo de potência surgem no terminal deste o início das comunicações móveis como o meio mais eficaz para aumentar a autonomia do terminal e têm como objectivo garantir que a potência do sinal rádio transmitido é a estritamente necessária para garantir a qualidade da comunicação e não mais que isso. Devido principalmente à mobilidade do utilizador as condições de propagação alteraram-se rapidamente pelo que o processo de avaliação e controlo da potência transmitida está continuamente em curso, 1500 vezes por segundo no UMTS, garantindo o uso eficiente da energia radiada.

No entanto, o controlo de potência não tem como único objectivo a minimização do consumo de energia do terminal mas também manter baixa a interferência inter e intra celular de modo a maximizar a capacidade e cobertura dos sistemas, sendo este um dos motivos da existência de controlo de potência também, na EB.

Discontinuous reception (DRx)

Quando não é expectável receber informação o receptor rádio do terminal móvel é desligado (Drx) ou seja o terminal fica "adormecido" (*Sleep Mode*) durante um período pré-determinado de tempo e só "acorda" para ouvir as mensagens da rede que eventualmente o levem a mu-

dar de estado. Este procedimento reduz o consumo de energia e aumenta o tempo de vida da bateria. O tempo que o terminal está adormecido deve ser cuidadosamente planeado, porque se, por um lado, longos períodos no estado de adormecido podem significar uma diminuição de consumo, por outro lado, o sistema torna-se mais lento às variações na rede nomeadamente as chamadas de entrada que demorarão mais tempo a completarem-se, o que para além de representar um incómodo para o utilizador chamador também representa um tempo adicional da utilização da rede de acesso.

Discontinuous transmission (DTx)

Existem também alguns sistemas que implementam o DTx ou seja a potência é reduzida ou nula quando não existe informação para enviar. O exemplo mais comum e eficaz da utilização desta técnica é no serviço de voz. Nos períodos de silêncio a transmissão é suspensa. Neste caso existe um ruído gerado no terminal, efeito local, para criar a sensação ao utilizador que a transmissão se encontra em curso. Como em média numa comunicação de voz estamos 50% do tempo em escuta é fácil avaliar os ganhos que podemos obter em termos de eficiência energética do ponto de vista do terminal. No entanto, o impacto não é só visível no terminal móvel mas também na rede de acesso. A diminuição da potência radiada pelo terminal significa uma menor interferência nos outros terminais que logo necessitam de utilizar menos energia para obter a mesma Qualidade de Serviço (QoS).

3. Novos caminhos da eficiência energética

Para aumentar a eficiência energética é necessário colocar inteligência na rede, de que são exemplos os sistemas, apresentados em seguida, que permitirão reduzir o consumo energético das redes móveis.

3.1. Self-Organizing/Self-Optimizing Networks (SON)

São redes que têm um conjunto de funções que permitem aumentar o seu desempenho pela reacção a acontecimentos dinâmicos da rede, [4]. Especificamente em redes móveis, prevê-se que, em futuras releases do *Evolved Packet System* (EPS), surja um conjunto de funções, podendo, por exemplo, otimizar a alocação dos Cell IDs. Para além de otimizarem a operação e gestão da rede algumas das funções de SON serão capazes de reduzir o consumo energético da rede e do terminal:

> Intercell Interference Coordination

para o caso de redes celulares com factor de reutilização de 1, como o LTE, a interferência inter-celular (onde as EB interferem com as vizinhas) é um factor limitativo de capacidade e cobertura, obrigando o terminal e a EB a utilizar maior potência de transmissão para comunicar. Com coordenação inter-celular as EB e os terminais efectuem medições nos canais de UL e DL de forma a estimar a interferência, alocando bandas de frequência para cada EB limitando a interferência aos terminais mais "sensíveis";

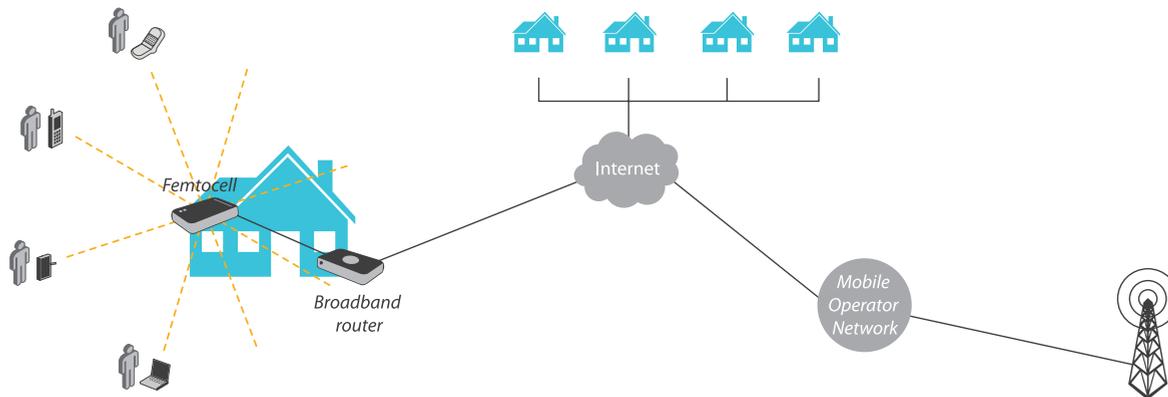


Figura 3 - Arquitectura de Femtocell

> **Planeamento de paging areas** - esta função permite que o Operador Móvel na operação da sua rede móvel defina *paging areas* para a gestão da mobilidade dos terminais em modo *idle*. Estas áreas são definidas de forma a minimizar a sinalização e permitir aos terminais móveis manterem-se *off* um maior período de tempo. Com os dados históricos de mobilidade *idle* na rede móvel é possível otimizar a configuração das *paging areas* de forma a limitar o número de *paging area updates* por parte do terminal, e desta forma aumentar os períodos de *off* do terminal e reduzir a sinalização na rede.

3.2. Femto-Células

A Femto-Célula (FC) é uma estação base, semelhante a um *Access Point* WiFi, que fornece cobertura rádio e ligação pela banda larga fixa à Internet. Utilizando uma tecnologia rádio 3G, UMTS ou futuramente LTE, uma FC permite ao terminal utilizar a mesma tecnologia rádio para aceder à rede celular e à FC em casa, através de uma estação mais próxima que irá melhorar o acesso, velocidade e cobertura [5], Figura 3.

Devido à instalação doméstica a FC permite três tipos de acesso:

- > **Acesso público** - neste modo qualquer terminal que passe na zona de cobertura da FC pode ligar-se e tirar partido da melhoria de sinal. Este modo de acesso é preferido para zonas tipo *hotspot*.
- > **Acesso Privado** - *closed subscribed group* (CSG): neste modo apenas os utilizadores registados podem aceder à FC. Sendo a FC de utilização CSG, o administrador identifica no seu equipamento quais os terminais que têm permissões para aceder à FC. Este tipo de

acesso é visto para utilização doméstica, onde o cliente instala a FC para utilização sua e do agregado familiar; e no caso de utilização profissional a empresa define que apenas os colaboradores têm acesso à FC. As FC privadas usam uma ligação banda larga fixa já existente na maioria das casas e são um caso de convergência fixo-móvel.

> **Acesso híbrido** - Neste modo existem utilizadores que pertencendo ao CSG da FC têm acesso total aos serviços da FC, os restantes terminais podem aceder a um conjunto limitado de serviços, apenas chamadas de voz, ...

A utilização da FC traz um conjunto de vantagens energéticas para o utilizador e para a rede.

- > **Redução na potência de transmissão de UL** do terminal, dado que o terminal tipicamente vai estar mais próximo da FC do que a Estação base celular mais próxima;
- > **Aumento da cobertura e capacidade** em ambientes *indoor*;
- > **O consumo energético** do equipamento *Femto-Cell* é menor que o da estação base macro, assim como a potência em DL;

Mas para que a tecnologia de FC possa ser introduzida, tem de se ultrapassar um conjunto de desafios:

> **Partilha de espectro** - a FC utiliza o mesmo espectro da rede celular macro (no caso da PT do espectro da TMN). Isto obriga a utilização de mecanismos de redução da interferência, de forma a FC não interferir com utilizadores da rede celular que se encontrem na vizinhança;

> **Localização da FC** - identificação da proximidade com a FC, de modo a otimizar o processo de sondagem pelo terminal na procura de FC, de forma a não ocorrer quando não é necessária, e identificar no sentido oposto quando é o momento de mover para a rede celular. Com vários utilizadores a moverem-se na rede, é necessário que os utilizadores apenas procurem a "sua" FC quando se encontram na sua proximidade.

> **Utilização esporádica** - as redes celulares são dimensionadas para cobertura e capacidade, tendo períodos de maior ou menor actividade, estando sempre ligadas para manter a cobertura, em todo o território. No caso da FC, o período de utilização será ajustado ao ambiente onde estão instaladas, tipicamente, domicílios ou escritórios. No primeiro caso é de esperar que durante o período diurno a FC esteja ligada sem que haja qualquer terminal ligado; num escritório o período de maior actividade será o diurno, podendo à noite ser desligada. Este tipo de utilização é específico das FC e AP WiFi, onde, por serem de utilização privada, têm longos períodos sem qualquer tipo de ligação.

> **Definição de modelo de negócio** - é necessário pensar modelos que incentivem o cliente doméstico a autorizar a ligação de outros clientes na sua FC, permitindo a melhoria do QoS, cobertura e a redução do consumo energético da rede móvel do Operador.

3.3. Ambientes de redes heterogéneas

O panorama actual das redes móveis é caracterizado por múltiplas redes de acesso que em muitas situações se sobrepõem localmente.

A rede móvel da PT oferece acesso a serviços de voz (GSM), serviços de banda larga (HSPA, banda larga TMN), WiFi *Hot-Spot* (mais de 1600 a nível nacional) e acesso WiFi em casa do cliente, através das tecnologias ADSL e FTTH, sendo que futuramente é esperado o LTE. A integração de todos estes serviços com tecnologias de mobilidade transparente¹ irá possibilitar ao Operador manter a sua ligação o maior tempo possível com melhor qualidade de serviço, tanto no espaço exterior, como em casa. Assim o utilizador liga-se à rede de acesso que forneça a QoS contratada, tendo em consideração a eficiência energética sobre o ponto de vista da rede e do terminal.

Os terminais móveis actuais para além das interfaces rádio para as redes celulares possuem interfaces *Wireless Personal Area Networks* (WPAN), p.e. *Bluetooth*, que lhes permite a comunicação com outros terminais móveis ou usá-los como *relay* para comunicar com os sistemas celulares, quando existem problemas de bateria fraca ou impossibilidade de comunicação directa com o sistema celular.

O ambiente de redes heterogéneas e de cooperação entre os terminais suportado por informação de contexto que a cada momento permita avaliar qual a melhor solução do ponto de vista energético e que, em simultâneo, garanta a QoS, é a solução proposta pelo projecto C2POWER. A primeira fase desta solução passou pela definição de uma arquitectura de rede, que tem como base a arquitectura proposta pelo 3GPP para o SAE (*System Architecture Evolution*) e que tem como vantagem agregar diferentes tipos de redes de acesso, 3GPP e não - 3GPP. A descrição da arquitectura proposta pelo projecto de investigação C2POWER é apresentada no próximo capítulo, [6].

Para que o terminal seja capaz de se mover eficientemente neste ambiente heterogéneo é necessário actuar em três processos:

> **Descoberta de Radio Access Technology (RAT)** - para sondar uma célula o terminal tem que se sincronizar em tempo e frequência, para desta forma receber a informação da célula e estimar a condição do canal rádio para identificar a viabilidade de mobilidade. Num terminal multi-modo, este processo gastará mais energia pois têm que ser realizado em vários interfaces simultaneamente (UMTS, HSPA, LTE, ...). Numa rede móvel com várias possibilidades de acesso é necessário que o

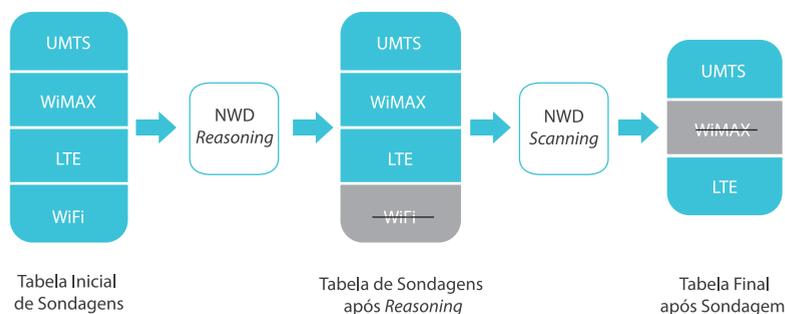


Figura 4 - Mecanismo de procura de vizinhos

terminal tenha informação e inteligência para identificar na sua vizinhança quais as células ou RAT que deve sondar de forma a não desperdiçar energia em múltiplos interfaces. Processo de *Network Discovery* (NDW) para informar o terminal da existência das múltiplas tecnologias e células da rede, é definido pelo 3GPP o *Access Network Discovery and Selection Function* (ANDSF), que guarda informação relativa às diferentes tecnologias existentes na rede móvel, e às políticas de mobilidade a ser utilizadas pelo terminal, definidas pelo Operador [7]. Na Figura 4 apresenta-se o processo de descoberta previsto. Numa fase inicial o terminal tem uma lista de células/RAT existentes na sua vizinhança, sendo esta lista fornecida pelo ANDSF. A partir desta lista e baseado na informação de contexto que dispõe e, o terminal define quais as células/RAT que deve sondar. Tendo definido a lista de células/RAT a sondar, o terminal inicia o processo de sondagem. No final deste processo são identificadas as células/RAT que se encontram em seu redor, e quais as condições de canal rádio de cada uma. Após o processo de descoberta de RAT a lista das células/RAT presentes na vizinhança do terminal é comunicado ao processo de tomada de decisão de mobilidade vertical.

> **Mobilidade vertical** - o terminal móvel após identificar que células e RAT tem na sua vizinhança tem de optar pela célula/RAT que lhe permite manter os serviços que tem activos enquanto se move pela rede. O critério em redes 3GPP é o parâmetro *S*, que permite estimar a qualidade de sinal, e desta forma antecipar o QoS das redes, mas não tem em consideração a energia necessária para manter a ligação. Assim esta política deve ser alterada para ter em atenção não só o QoS mas também a energia.

> **Cooperação entre terminais** - os terminais móveis, usando tecnologias WPAN, são capazes de trocar informação e de servirem de ponto de passagem para a informação dos vizinhos, *cooperative relaying*. Servindo-se de uma distância menor para a EB mais próximo, os terminais definem um rede *ad-hoc* de forma a que os terminais de mais fácil acesso à EB sirvam os restantes:

- **Cooperative Relaying** - aqui os terminais criam "caminhos" entre si para passarem o tráfego, sendo que um dos terminais liga-se à rede celular ou WLAN para fazer a ligação à Internet. Esta técnica permite que utilizadores em piores condições de acesso à rede celular ou de energia, possam usar terminais vizinhos em melhores condições para acederem à rede celular, podendo assim poupar energia e expandir a autonomia;
- **Cooperative Sensing** - em *cooperative sensing* os terminais cooperam para encontrarem frequências livres para comunicarem, optimizam os processos de sondagem.

4. Uma Solução integrada

O projecto C2POWER pretende, tendo como base as questões energéticas, abordar o problema, focando-se no terminal. Desta forma os mecanismos que são propostos são a mobilidade vertical em redes heterogéneas, FC e cooperação entre terminais.

De seguida é descrita a arquitectura do projecto apresentando-se um dos casos de utilização.

4.1. Arquitectura de sistema

A arquitectura foi desenhada tendo por base o EPS sendo acrescentadas novas funcionalidades que implementam os mecanismos de poupança energética, Figura 5.

¹ A PT Inovação propôs e avaliou soluções de mobilidade transparente (*seamless handover*) dentro do âmbito do projecto ICT Hurricane.

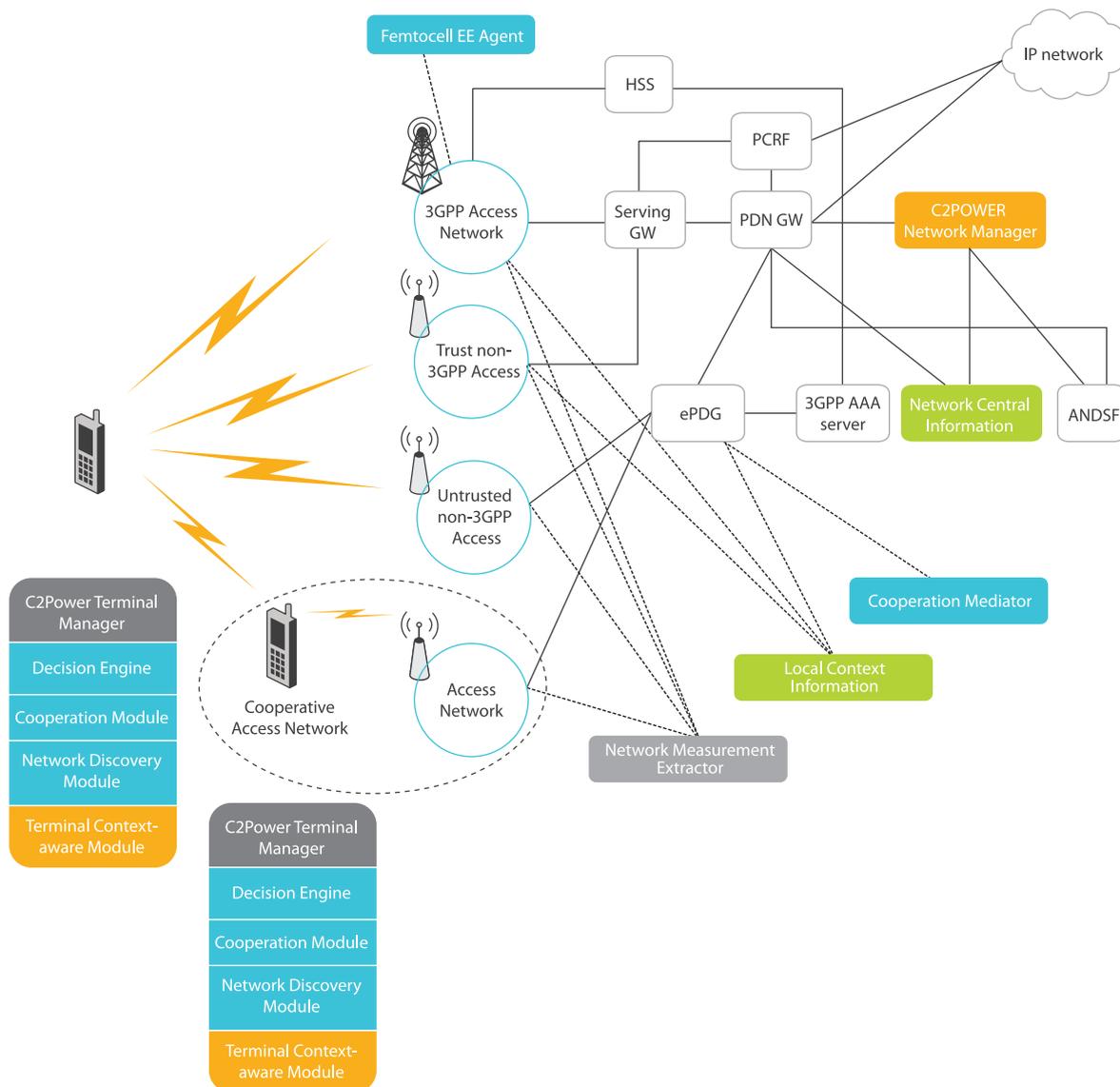


Figura 5 - Localização das funcionalidades do C2POWER no SAE

Descrição dos elementos:

- > **Network Measurement Extractor** - é responsável por recolher informação de rede, (ex: capacidade das células ou carga das células). Este módulo é localizado na rede de acesso, em redes 3GPP estará nas estações base ou RNC e em redes não-3GPP estará colocado na estação base (ex: AP em WiFi, ou BS em WiMAX). Para o caso de recolha de parâmetros de contexto em redes *untrusted* não-3GPP as medidas recolhidas devem ser ajustadas a um modelo comum e deve-se avaliar a confiança possível a ter nestas medidas;
- > **Local Context Information** - este mó-

dulo é responsável pela recolha da informação de contexto na rede ao nível da tecnologia de acesso. Nas redes 3GPP e *trusted* não-3GPP é colocado na EB, e nas redes *untrusted* não-3GPP deve ser colocado no e-PDG;

- > **Network Central Information** - recolhe a informação de contexto dos *Local Context Information* onde é colocada acessível aos mecanismos de decisão da rede;
- > **Access Network Discovery and Selection Function (ANDSF)** - este módulo recolhe e providencia informação de ISMP (*Inter-System Mobility Policy*) e AND (*Access Network Discovery*) aos terminais

[7]. À informação de *AND* o C2POWER propõe que seja acrescentada informação que permita potenciar a cooperação entre terminais, por exemplo: a informação de posicionamento dos vizinhos;

- > **Femtocell EE Agent** - este agente pretende introduzir na FC mecanismos de poupança energética, tirando partido das capacidades da FC. Propõe-se que optimize parâmetros e processos na FC (ex: o ciclo de DRx) de forma a otimizar o consumo energético dos utilizadores;
- > **Cooperation Mediator** - é responsável pela mediação entre terminais durante

a fase de negociação de cooperação e da sua manutenção;

- > **Network Handover Decision Engine** - é responsável por avaliar a decisão de mobilidade tomada no terminal. A decisão da rede terá em consideração os restantes terminais e o estado da própria rede, tendo funções de *common radio resource management* no sistema;
- > **Terminal Context Aware Module** - contém todas funções relacionadas com a extração/ processamento/ entrega da informação de contexto no terminal. Os restantes mecanismos de decisão no terminal acedem a este módulo para acederem à informação de contexto que necessitam para tomar as suas decisões;
- > **Network/Node Discovery Module** - é responsável por definir em que células/ RAT é que o terminal deve realizar sondagem, indicando quais as interfaces rádio do terminal que devem estar ligados, podendo assim poupar energia a mobilidade do terminal;
- > **Cooperation Module** - implementa to-

dos os mecanismos de cooperação entre os terminais. No caso de *relaying* de informação, este módulo é responsável por negociar com o terminal a ser *relayed* os parâmetros de QoS, e com a rede *core* tem de informar que irá passar os pacotes do terminal *relayed*. No caso de *cooperative sensing* terá que negociar com os terminais vizinhos quais as frequências devem sondar;

- > **Handover Decision Engine** - é responsável por tomar as decisões de mobilidade vertical e horizontal. O *Handover Decision Engine* irá tomar uma decisão baseada na ligação activa e nas ligações propostas pelo *Network Discovery Engine*. Para a tomada de decisão o *Handover Decision Engine* acede ao *Terminal Context Aware Module*. Após tomada a decisão o *Handover Decision Engine* comunica a decisão ao *Network/Node Handover Decision Engine*. No caso de cooperação por *relay* é o *Handover Decision Engine* que toma a decisão de mobilidade da sessão.

Para a utilização destas tecnologias o Operador está numa posição preferencial pois uma visão global dos terminais e das suas

capacidades podendo, pela utilização de informação como a do ANDSF, ajudar os terminais a identificar possibilidades de cooperação.

Mobilidade Rede Celular: Cooperação Inter-terminais (Caso de Utilização)

O cenário de execução dos conceitos do C2POWER está descrito na Figura 6.

Este cenário descreve como dois terminais com interfaces WPAN e celulares negociam entre si e a rede para estabelecerem uma sessão de cooperação em que o terminal A, que se encontra com pouca bateria requer ao Terminal B para servir de *relay* com a rede celular de forma a poupar energia.

Aqui o terminal A identifica a presença do terminal B na sua vizinhança através do processo de procura de vizinhos, (1) iniciado pelo mecanismo **Network/Node Discovery Module** que configura o **Terminal Context Aware Module** indicando qual a tecnologia móvel, ex: *Bluetooth*, onde pretende procurar por terminais.

O resultado da procura é (2) devolvido ao **Cooperation Module** que (3) inicia com o

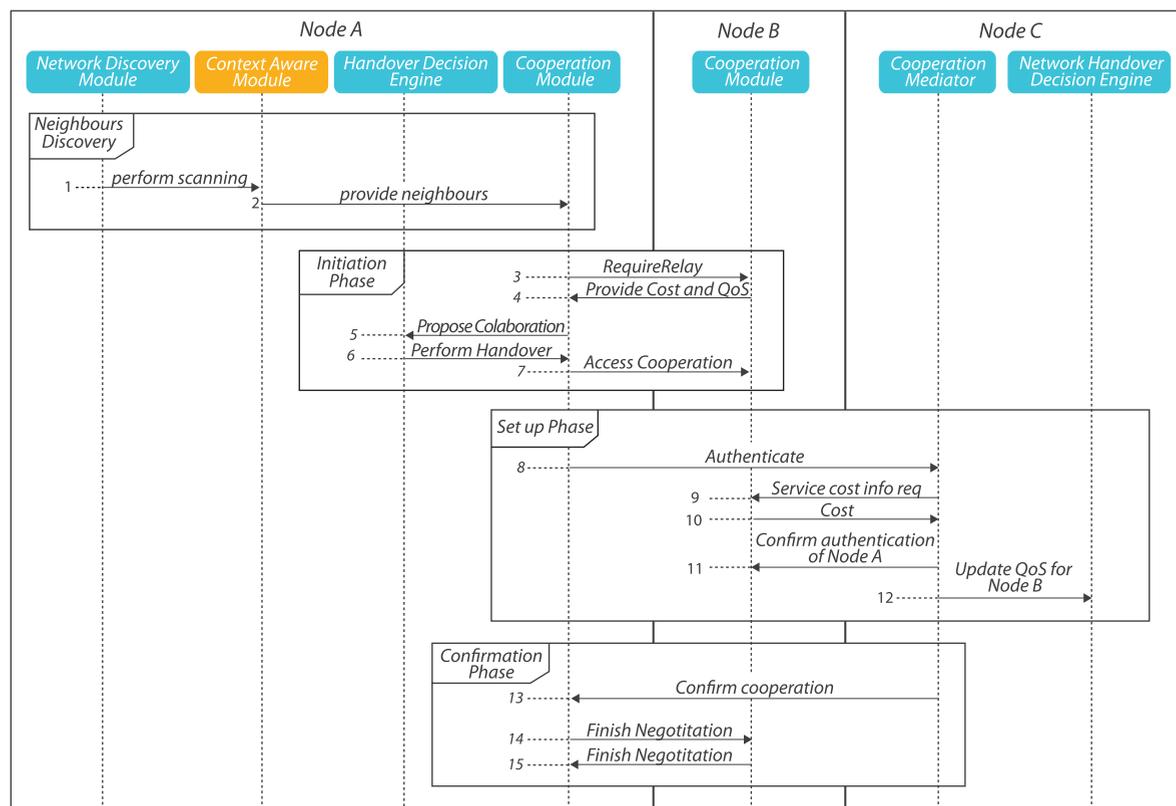


Figura 6 - Flow-Chart de cooperação entre terminais

terminal B a negociação das condições de cooperação. Nesta fase o terminal B (4) indica quais as características e estado da sua ligação à rede celular, e se tem capacidade para fazer passar os dados do terminal A.

Com esta informação, o terminal A (5) avalia no *Handover Decision Engine* a possibilidade de usar o terminal B como *relaying*, verificando se a cooperação com o terminal B fará com que gaste menos energia na sua ligação, (6) indicando ao *Cooperation Module* que pode iniciar os mecanismos para transferência da sessão para o terminal B.

O *Cooperation Module* (7) informa o terminal B da decisão de realizar a cooperação, e (8) indica à rede *core* a decisão de realizar *relaying* indicando que o terminal B será o *relayer*. O *Cooperation Mediator* (9)(10)(11) confirma com o terminal B a decisão de transferência de sessão. Nesta fase o *Cooperation Mediator* (12) indica ao *Network Handover Decision Engine* a decisão de cooperação entre o terminal A e o Terminal B.

Após a decisão do *Network Handover Decision Engine* o *Cooperation Mediator* (13) informa ao Terminal A que a cooperação está autorizada; nesta fase o Terminal A (14) indica ao Terminal B da decisão; esperando a (15) confirmação do terminal B, após a qual a mobilidade da sessão do Terminal A é transferida da rede celular para o Terminal B, sendo assim criado uma ligação por *Bluetooth* entre A e B e celular com o terminal B.

5. Outras abordagens

Existem tecnologias e iniciativas que, não endereçando directamente o aumento da eficiência energética, podem dar um contributo na diminuição da factura energética e na pegada de carbono. São exemplo os dois casos descritos abaixo.

5.1. Energy harvesting

Energy harvesting é uma tecnologia que usa o ambiente como fonte de energia em vez de baterias ou a rede eléctrica, ou seja, são procuradas outras fontes para o fornecimento de energia que não as tradicionais e em que as soluções possíveis dependem do ambiente em que o sistema está instalada. O termo *energy harvesting* é usualmente usado no contexto de equipamentos de pequenas dimensões que usam diferentes fontes: energia RF (rádio frequência) radiada, biomecânica, solar, piezoeléctrica, etc. No entanto, a implementação de redes móveis em ambientes mais remotos implicou desde

sempre a utilização soluções autónomas de fornecimento de energia particularmente a instalação de painéis foto-voltáicos para o fornecimento de energia eléctrica às EB. As soluções desenvolvidas no passado eram motivadas por situações extremas, sendo a mais comum a inexistência da rede eléctrica na proximidade do sistema. Hoje a visão é diferente e procuram-se soluções de *energy harvesting* para todas as situações e existe um esforço para a implementação as que se podem ser técnica e economicamente exequíveis. Se a energia está ao nosso dispor no local em que é necessária e é gratuita porque não usá-la? Assim, encontram-se actualmente em estudo uma grande variedade de soluções para rede de acesso móvel. Na EB a instalação local de aerogeradores e de painéis solares. Para os terminais além do método de carga tradicional já estão disponíveis no mercado carregadores a energia solar [9] e estão em estudos soluções para a utilização da energia dos sinais de RF (*Wireless Power Harvesting*) para a carga do terminal [10], só para dar dois exemplos.

5.2. Universal Mobile Charger

Anualmente milhares de telemóveis são adquiridos, o que leva à produção de inúmeros carregadores e a inutilização de outros tantos. Para os primeiros é necessário recursos e energia para os criar, e os segundos criam lixo que devido a serem de plástico e chumbo levam vários anos a se decompor. Existe uma iniciativa que visa a definição de um carregador comum para todos os telemóveis.

6. Conclusão

Os operadores de telecomunicações têm um papel importante de responsabilidade social na defesa do meio ambiente que não podem delegar. Devem, por isso, adoptar procedimentos e tecnologias que respeitem o meio ambiente e incentivar os seus clientes e principalmente os seus fornecedores a fazer o mesmo. Este papel incentivador deve ser particularmente dinâmico junto dos fabricantes de sistemas e soluções para rede para que disponibilizem soluções energeticamente mais eficientes.

Neste artigo foi descrito o estado da arte dos mecanismos que integram os actuais sistemas (ex: GSM, UMTS, LTE) assim como estudos de investigação em curso relativo à eficiência energética em redes sem fios. Como foi visto existem já algumas soluções técnicas que permitem que desde já ao grupo PT ter um papel de liderança na adopção de soluções “verdes”. De resto a PT já mostrou qual a direcção que pre-

tende seguir relativamente a este assunto com o seu envolvimento na iniciativa *GreenTouch* [11], cujo principal objectivo é muito ambicioso: aumentar 1000 vezes a eficiência energética nas redes ICT, através do desenvolvimento de novas tecnologias e arquitecturas.

Referências

- [1] Cisco, "Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2009-2014", http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862.html, 2010.
- [2] TNS, Two day battery life tops wish list for future all-in-one phone device, Sep. 05.
- [3] The Climate Group, "SMART 2020: Enabling the low carbon economy in the information age", 2008 Relatório Nokia-Siemens .
- [4] Harri Holma and Antti Toskal, "LTE for UMTS –OFDMA and SC –FDMA Based Radio Access", 2009 John Wiley & Sons Ltd.
- [5] TR 36.902 V9.2.0, "Self-configuring and self-optimizing network (SON) use cases and solutions", 3GPP, 2010-06.
- [6] Jie Zhang and Guillaume de la Roche, "Femtocells: Technologies And Deployment", John Wiley & Sons Ltd, 2010.
- [7] D2.1 C2POWER Intermediate Report – Requirements, scenario and architecture definition.
- [8] TS 23.402 V9.4.0 Architecture enhancements for non-3GPP accesses.
- [9] D2.2 C2POWER Scenarios, System architecture definition and performance metrics.
- [10] www.paramountzone.com/solar-mobile-phone-charger.htm
- [11] www.technologyreview.com/communications/22764/?a=f
- [12] www.greentouch.org/

Eduardo Sá, concluiu o Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e Computadores pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Iniciou a sua actividade profissional em Agosto de 2008 com um estágio de 6 meses no Instituto Fraunhofer em Dresden, Alemanha. No ano de 2009 até à data iniciou a colaboração com o Instituto de Telecomunicações, Pólo de Aveiro e a PT-Inovação em projectos co-financiados pela Comissão Europeia: nomeadamente os projectos FUTON (2008-2010) e recentemente o projecto C2POWER (2010-2012). As suas actividades centram-se em redes móveis, especificamente, arquitecturas, mecanismos de mobilidade, QoS e recentemente mecanismos de eficiência energética.

Álvaro Gomes, licenciado em Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro pertence ao quadros da Portugal Telecom desde 1981 trabalha actualmente no departamento IAD (Investigação Aplicada e difusão do Conhecimento) da PTIN. Desde 2000 que o seu trabalho de investigação está focado nas redes móveis 3G e B3G (beyond 3G) nomeadamente interface radio e gestão de recursos rádio (RRM) tendo participado nos seguintes projectos IST: SHUFFLE(2000), SEACORN(2002), EVEREST(2004), WINNER(2005), AROMA(2006) e WEIRD (2008). Na área da consultoria desenvolveu as seguintes actividades: expansão e reengenharia da rede GSM da Cabo Verde Telecom (2003), avaliação da qualidade rede UMTS na área de Aveiro para a TMN (2004) e avaliação do estado da arte das tecnologias de acesso sem fios de banda larga (BWA) para a PTC (2005). É formador nos cursos da PTIN: "Redes UMTS" e "Introdução às Redes UMTS". Menção honrosa do concurso "Forum de Ideias" com o projecto "FootPrint" (2006).

Agradecimento

O trabalho aqui apresentado foi co-financiado pelo projecto europeu IST-C2POWER.

06

Arquitectura *NetB@nd*

palavras-chave:
Redes de transporte, redes de próxima geração,
redes baseadas em comutação de pacotes,
estratificação por camadas, ASON/GMPLS, *Carrier
Ethernet Transport*, GPON, MPLS-TP, Plataformas
MPLS-TP, MG-PON, soluções de optimização,
WebTI, AGORA-NG



Inês Oliveira

A evolução para redes de comutação de pacotes cria um novo paradigma para as linhas tecnológicas a suportar nas soluções de redes de transporte. Encontramo-nos numa fase de consolidação das apostas feitas há dois anos atrás, numa altura de confirmação das decisões tomadas e de reflexão para evolução futura. A arquitectura *netB@nd*, pela sua flexibilidade, vem sendo actualizada desde 2002.

Este artigo descreve a arquitectura *netB@nd*: a sua origem, os principais projectos por detrás das linhas tecnológicas orientadas para a implementação das soluções para redes de transporte, e a sua estrutura, com indicação das principais soluções resultantes do último biénio.

A importância desta arquitectura advém da necessidade de uma evolução continuada, estruturada e em tempo de mercado útil. Finalmente, resulta na possibilidade de consolidação das soluções de rede, proveniente de conhecimentos sólidos e de reserva de propriedade intelectual.

1. Enquadramento

Os domínios de actuação (sistemas de suporte ao negócio; sistemas de suporte às operações; aplicações; plataformas de rede e serviços; redes de acesso, metro e core; e formação tecnológica, consultoria e serviços de engenharia) [4] correspondem a uma primeira identificação de áreas estratégicas de trabalho e consequente investimento de recursos humanos e materiais. Estes domínios caracterizam a forma como a PT Inovação visualiza o mercado das telecomunicações e traduzem grupos de trabalho orientados para os mesmos. Para efeitos de funcionamento interno, a PT Inovação identificou e constituiu um conjunto de *clusters*.

O *cluster netB@nd* vocaciona a sua actividade para as redes de transporte, investigando, desenvolvendo e suportando um conjunto de soluções tecnológicas orientadas para os segmentos residencial, de acesso, de agregação/metro e de *core*. [4] A arquitectura *netB@nd* especifica a visão do cluster sobre a evolução das soluções de rede de telecomunicações, definindo o seu posicionamento e estratégia.

O conhecimento de soluções de rede baseia-se numa vasta experiência de implementação de soluções para redes fixas e móveis, orientadas no passado para tecnologias baseadas em comutação de cir-

cuitos. O portfólio *netB@nd* tem vindo a evoluir para produtos de redes de próxima geração (NGN, *Next Generation Networks*) baseados em comutação de pacotes. A linha de produtos *netB@nd* é concebida e desenvolvida de acordo com uma arquitectura característica das redes NGN.

O objectivo deste artigo é a apresentação da actual arquitectura *netB@nd*, identificando as principais linhas de orientação. Uma estratégia bem demarcada constitui o primeiro passo para uma presença rápida e forte nos mercados nacional e internacional.

1.1 Desafios

Os operadores de telecomunicações orientam a sua estratégia evolutiva face a um ciclo de evolução contínuo. É fundamental garantir cotas de mercado num contexto marcado pela regulação crescente e pela elevada competitividade.

Os ciclos tecnológicos tornam-se cada vez mais curtos, pressionados pela diversidade de tecnologias emergentes e pela tensão dos mercados (procura de mais e melhores serviços a custos mais baixos).

Para além dos serviços tradicionais, relevantes face à importância de que se revestem em termos de receitas, a oferta de novos serviços cria outras oportunidades de

negócio e de incremento de proveitos. Estes novos serviços podem ser empresariais (*Ethernet*, VPN IP, VoIP e videoconferência IP), residenciais (*triple play* e IPTV) e serviços de transporte (como o aluguer de infra-estruturas a outros operadores). [4]

É fundamental conciliar, simultaneamente:

- > A satisfação dos requisitos de operadores de rede e de fornecedores de serviços;
- > A possibilidade de criação de serviços atractivos e ao mesmo tempo rentáveis e transparentes para o cliente final;
- > Assegurar a interoperabilidade entre diferentes domínios de redes de operadores;
- > Assegurar a gestão de redes fim-a-fim;
- > Satisfazer os requisitos das autoridades reguladoras (intercepção legal de chamadas, portabilidade, rastreio de chamadas maliciosas, fornecimento do serviço universal, entre outros);
- > Satisfazer os requisitos dos clientes em termos de mobilidade, QoS (*Quality of Service*) e segurança.

Por fim, os operadores optimizam a utiliza-

ção das suas redes para suportar um crescimento significativo de tráfego face a um aumento pouco significativo das receitas. O tráfego de dados é dominante, provocando uma exigência de largura de banda crescente. A pressão surge então da necessidade de fornecer mais largura de banda mantendo o custo por *bit*. A optimização da rede, criando possibilidades de alargamento da margem de lucros, é fundamental. Cada vez mais surge a preocupação de tirar o máximo partido dos recursos existentes, nomeadamente por evolução das tecnologias de transporte.

A instabilidade e indefinição oriundas de constantes mudanças exigem rigor e flexibilidade nas linhas orientadoras da arquitectura *netB@nd*. Como factores diferenciadores podem apontar-se a manutenção de uma arquitectura aberta, conciliando soluções antigas com o novo portfólio, a conservação da propriedade intelectual dos circuitos integrados e FPGA, a manutenção de um tempo de resposta ao mercado adequado, considerando soluções escaláveis, e a oferta de soluções robustas com gestão completa de equipamentos baseada em interfaces amigáveis (com possibilidade de gestão global centralizada e/ou distribuída). [6]

1.2 Tendências

A perspectiva de convergência da rede para uma rede consolidada baseada em pacotes tem vindo lentamente a tornar-se uma realidade, existindo ainda muitas redes que resultam da sobreposição de tecnologias (*overlay networks*), como é o caso do IP, ATM, FR (*Frame Relay*), *Ethernet*, SDH, DWDM e *wireless*. Nas redes *overlay*, diferentes serviços requerem transporte distinto na entrega do tráfego, o que é dispendioso e ineficiente.

A evolução da rede é muitas vezes atrasada devido a factores económicos, técnicos e de regulamentação. No entanto, o aumento significativo do tráfego de dados face ao tráfego de voz impulsionou o progresso iminente. Aplicações *broadband* baseadas em pacotes, como VoD (*Video on Demand*) e IPTV, criam requisitos de largura de banda no *loop* final (chamado *last mile*), mas apresentam uma margem de lucro inferior quando comparadas com os serviços de voz tradicionais. No entanto, as redes baseadas em pacotes possibilitam a criação de serviços de valor acrescentado, com características diferenciadoras, e a criação de *bundles* (oferta de vários serviços sobre um meio físico comum). [18]

baseadas em circuitos para redes baseadas em pacotes, tanto para redes fixas como *wireless*. É imprescindível simplificar a rede (em termos de complexidade e de custo), criar independência da tecnologia de acesso (móvel ou fixa), oferecer novos serviços de forma rápida e sempre que necessário, e manter o foco nos conteúdos e nos serviços. O conceito de NGN surge como solução para os novos desafios.

A tendência *all-IP* tem-se revelado o *driver* para a mudança até ao momento. O IP deverá constituir a base para a oferta de novos serviços, e deverá estar sempre presente na transição entre serviços baseados em circuitos e serviços baseados em pacotes (como voz e vídeo sobre IP). No entanto, está longe de ser seguro que o IP irá constituir a tecnologia de referência para efeitos de convergência no nível de transporte, apesar da tecnologia IP/MPLS (*Internet Protocol/Multi Protocol Label Switching*) se encontrar bastante divulgada na rede *core* nos níveis de serviço e de transporte.

A tecnologia *Ethernet* torna-se uma alternativa bastante credível. Para além do aumento previsto de tráfego, é cada vez maior a necessidade de interligar clientes empresariais ou residenciais com terminações *Ethernet*. É apenas natural que se tenha vindo a pensar em implementar esta tecnologia também como solução de transporte, quer nas redes de acesso, quer nas redes de agregação/metro, em áreas onde o TDM, FR, e ATM sobressaíram. [4]

Os *pseudowires* constituem uma tecnologia promissora para redes baseadas em MPLS. Esta tecnologia separa a camada de serviço da camada de infra-estrutura subjacente, oferecendo uma camada de encapsulamento comum. Assim, os fornecedores de serviços podem usar qualquer tecnologia (SDH, DWDM, *Ethernet*) para transporte de serviços TDM, ATM, FR, IP/PPP e *Ethernet*. Os *pseudowires* possibilitam uma transição suave para redes baseadas em pacotes, preservando os lucros das tecnologias *legacy* ao mesmo tempo que introduzem novos serviços de dados.

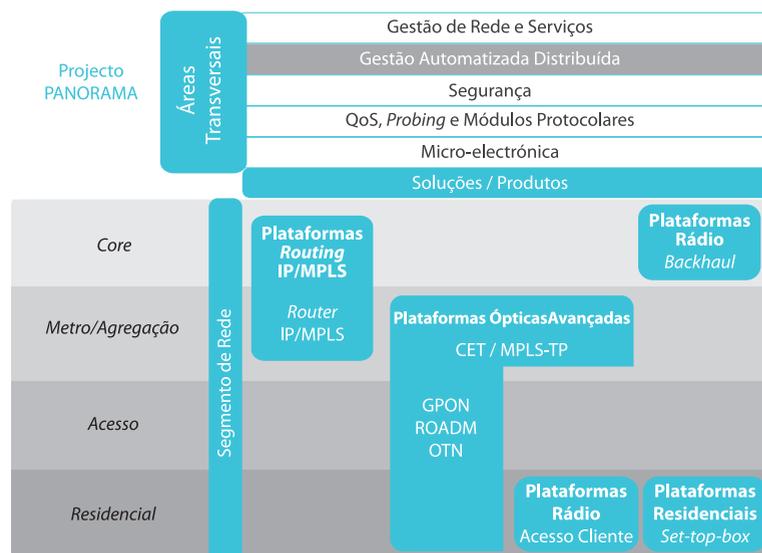
A *Ethernet* é vista como uma tecnologia relativamente barata, disponível e bem conhecida no domínio de LAN (*Local Area Network*). No entanto, é pouco robusta, não fornece QoS e não é *carrier class*¹. O transporte de *Ethernet* sobre *pseudowires* e MPLS-TP elimina estes problemas.

O futuro das redes de pacotes condiciona a combinação das tecnologias IP, *Ethernet* e MPLS-TP. [18]

2. Descrição da arquitectura NetB@nd

2.1. Princípios base

Os projectos de I&D financiados constituem um ponto de partida de elevada importância para o crescimento de novas ideias e para a evolução das principais linhas tecnológicas a desenvolver como soluções *netB@nd* (incluindo óptica, CET, MPLS-TP e optimização). A adopção destes projectos possibilita, desta forma, reorganizar a estratégia a seguir e cumprir os objectivos de mercado



Esta dinâmica força a transição das redes

Figura 1 - Linhas estratégicas definidas no projecto PANORAMA

¹ *Carrier class* identifica um sistema ou tecnologia fiável; deve oferecer disponibilidade elevada (*five nines*) e recuperação rápida de falhas (inferior a 50ms).

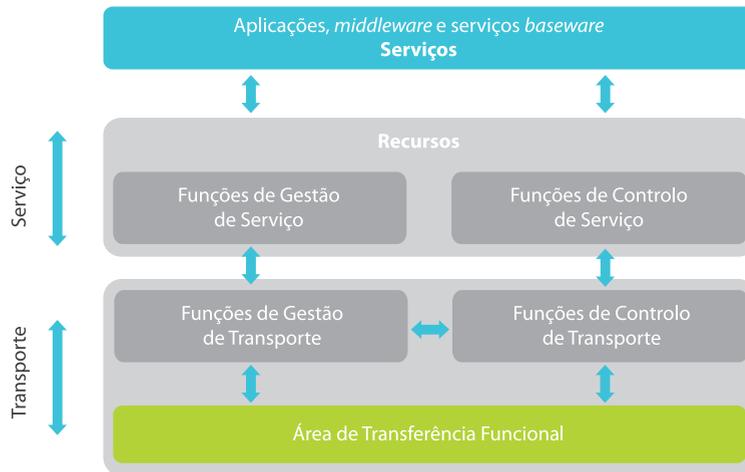


Figura 2 - NGN - estratificação por camadas [8]

para atingir o resultado final pretendido.

Em 2001 foi definida a visão para as tecnologias que suportam as soluções e produtos para as redes de hoje. O projecto SIRAC (2002-2004) deu origem à primeira arquitectura *netB@nd*. [5] As tecnologias e produtos *netB@nd* apresentam aqui objectivos de internacionalização. Entre os principais sucessos associados a esta primeira iteração, é possível enumerar a linha EmiloNG, o Mabel, o picoDSLAM, SidraNG, entre outros. Com o projecto PANORAMA (2008-2010) inicia-se um segundo ciclo de vida. É um projecto enquadrado no programa QREN (Quadro de Referência Estratégico Nacional), estabelecido em co-parceira entre a PT Inovação e o Instituto de Telecomunicações (Aveiro). [6] Surgindo na sequência de um novo paradigma tecnológico das componentes de redes de telecomunicações para os segmentos de acesso, metro e core, o seu principal objectivo consiste na promoção da evolução da arquitectura tecnológica de referência *netB@nd* garantindo diferenciação, sustentabilidade e competição nos mercados nacional e internacional. O PANORAMA define as principais linhas estratégicas para o futuro das soluções tecnológicas para a rede de transporte na PT Inovação (Figura 1).

Mais recentemente, o projecto *GPON-in-a-Box* (2009-2012), também submetido ao QREN, expõe soluções suportadas em tecnologia óptica, com o objectivo de serem inseridas nas redes ópticas de nova geração. [7] O principal objectivo deste projecto consiste na consolidação da PT Inovação como fornecedor de referência internacional da linha óptica para o segmento de acesso da rede de transporte.

2.2. Arquitectura NetB@nd

A arquitectura *net@nd* é constituída por um conjunto de soluções tecnológicas vocacionadas para os diferentes segmentos da rede de transporte.

Com créditos firmados em soluções para a rede fixa ou móvel, orientada no passado para tecnologias baseadas em comutação de circuitos, o portfólio *netB@nd* tem vindo a evoluir para produtos de rede de próxima geração baseadas em comutação de pacotes.

A linha de produtos *netB@nd* é concebida e desenvolvida de acordo com uma arquitectura baseada no princípio de estratificação por camadas, característico das redes NGN que implementam a norma Y.2011 [8] definida pelo ITU-T (Figura 2).

Um factor determinante em que assenta a arquitectura *netB@nd* reside na conciliação a nível de transporte entre tecnologias legacy, ao nível do ATM, SDH e PDH, e as linhas tecnológicas a desenvolver, como comunicações ópticas avançadas, tecnologia de transporte CET, *routing* IP/MPLS, comunicações rádio no segmento de backhaul, agregação e optimização, QoS e xDSL.

Os requisitos das redes actuais exigem soluções com suporte a um elevado dinamismo e heterogeneidade. A arquitectura *netB@nd* (Fig.3) mapeia nas suas soluções esta necessidade emergente.

O progresso tecnológico passa pela criação de um plano de controlo independente do plano de transporte, bem como pela adopção de uma arquitectura escalável proposta pelo MEF (*Metro Ethernet Forum*). [14]

O ASON/GMPLS permitiu responder aos diversos requisitos desencadeados pela aposta do *cluster* em redes ópticas de transporte. Este plano, transversal a toda a arquitectura, implementa um plano de controlo independente da tecnologia que possibilita o controlo dinâmico e automático através de sinalização entre o utilizador e a rede. O ASON (*Architecture for Automatically Switched Optical Network*) [12] define os componentes de um plano de controlo e as interações entre os seus componentes. O GMPLS (*Generalized Multiprotocol Label Switching*) [13] baseia-se num conjunto de protocolos que permitem o aprovisionamento de ligações ponto-a-ponto em redes heterogéneas. É também responsável por assegurar a robustez da rede através de mecanismos de protecção e o seu restauro.

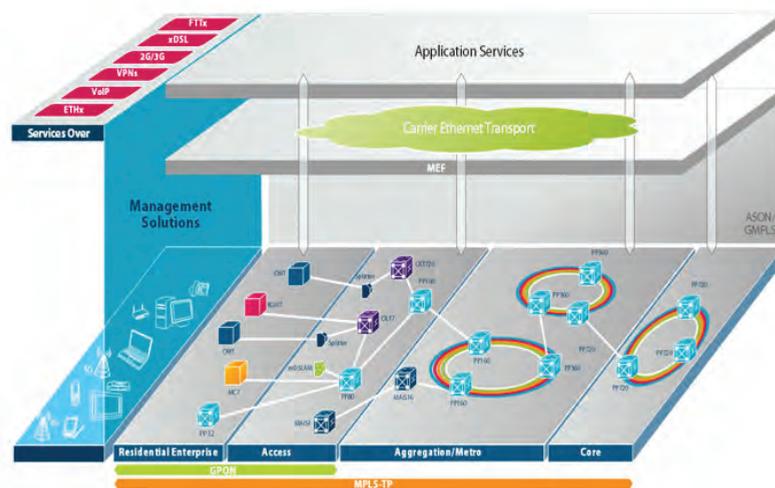


Figura 3 - NGN - Arquitectura de referência NetB@nd

O CET (*Carrier Ethernet Transport*) [15] uniformiza o transporte para a camada aplicada. Uma vez que a grande maioria, se não todo, o tráfego de dados é originado via Ethernet, o transporte sobre *Ethernet* destes dados simplifica a rede. A presença ubíqua do *Ethernet* nas LAN em todo o Mundo reduz o seu custo como tecnologia. O CET, proposta do MEF para a arquitectura de uma solução escalável, ubíqua e capaz de suportar classes de serviço, traduz o modelo de negócio inerente ao *Ethernet*, possibilitando poupanças significativas de custos.

Na arquitectura *netB@nd*, o CET traduz um conjunto de elementos de rede certificados para transporte de serviços *Carrier Ethernet* para todos os utilizadores sobre diferentes tecnologias de transporte, com garantia de robustez, desempenho determinístico, gestão e flexibilidade para o cliente.

GPON (*Gigabit Passive Optical Network*) é uma tecnologia PON que resulta da evolução do *standard* BPON. Opera a taxas superiores a 1 Gb/s e suporta velocidades elevadas, segurança e escolha do protocolo da camada 2 (ATM, *Ethernet*, GEM – GPON *Encapsulation Method*). A linha de desenvolvimento GPON consolidou-se com o projecto GPON-*in-a-Box*. Na evolução da arquitectura *netB@nd* concretiza-se já uma análise de evolução para xGPON e WDM PON.

O MPLS-TP [9] surge como o potenciador das redes de pacotes de próxima geração, unindo as plataformas de *routing* de serviços e de transporte. Posiciona-se como tecnologia de transporte de baixo custo para ocupar o lugar nas redes que o SDH ocupou nos últimos 15 anos. As principais vantagens apresentadas consistem nas funcionalidades de OAM (*Operation, Administration and Maintenance*) oferecidas nas diferentes camadas de rede e na interoperabilidade transparente com redes IP/MPLS. O MPLS-TP é escalável, devido à sua capacidade de multiplexagem, e suporta uma elevada quantidade de serviços, por encapsulamento em *pseudowires*. Como tecnologia de transporte é a que melhor traduz um desenvolvimento sustentado de serviços *Ethernet* e uma redução global dos custos das operadoras.

Os produtos da linha *netB@nd* encontram-se preparados para competir com os mais sofisticados produtos da concorrência, apresentando um conjunto de características que lhes têm vindo a auferir vantagens em termos de negócio. No passado, portfólio *netB@nd* era exclusivamente orienta-

do para tecnologias de comutação de circuitos. A evolução para tecnologias baseadas em comutação de pacotes tornou-se nos últimos anos uma realidade.

A arquitectura *netB@nd* contempla um conjunto amplo de soluções [1] que endereçam os diversos segmentos de rede e abrangem diferentes tecnologias. Estas soluções, pela sua flexibilidade, permitem abranger uma gama variada de clientes.

As soluções que espelham a evolução tecnológica dos últimos dois anos correspondem às linhas de desenvolvimento de plataformas MPLS-TP, MGPON (*Multi-play GPON*) e de optimização.

As plataformas MPLS-TP representam soluções de nova geração com comutação de pacotes para redes de acesso, metro e *core*, e transporte óptico OTN (*Optical Transport Network*), SDH, xWDM e *Ethernet*. Possibilitam criar uma rede única para o transporte de diversos serviços, apresentando maior facilidade de manutenção e solução de problemas devido à inclusão de ferramentas de O&M (*Operation & Maintenance*).

MGPON consiste numa linha de desenvolvimento para redes ópticas baseada na recomendação ITU-T G.984.x. Suporta serviços *triple-play* (dados, voz e vídeos) disponibilizados através de interfaces *Ethernet* e E1 e considera a adaptação de tecnologias através de GEM (GPON *Encapsulation Mode*). Nesta linha, o ONT (*Optical Network Terminal*) representa uma solução de forte impacto no mercado residencial. Na PT Inovação, a sua evolução para *home gateway* resulta de uma parceria com a Cisco.

O MAiS é a solução de optimização por excelência e baseia-se em tecnologia avançada de processamento de rede IP que permite reduzir os custos de RAN (*Radio Access Network*) e *core*. Executa agregação, com ganhos estatísticos, e optimização das interfaces de transmissão de várias tecnologias (*Ethernet*, ATM, TDM, HDLC, PCM entre outras). Constitui uma solução completa, diminuindo a largura de banda exigida sem afectar a qualidade, e possibilita um retorno de investimento em poucos meses.

O *netB@nd* possui diferentes soluções que possibilitam a gestão dos equipamentos de rede. Destacam-se nesta área duas aplicações que endereçam realidades distintas. O AGORA-NG consiste numa solução que permite a gestão centralizada de redes multi-tecnologia e multi-utilizador. O *Web-TI* consiste numa solução que possi-

bilta a gestão de cada elemento de rede utilizando uma interface *Web*. Mais recentemente, a introdução de um plano de controlo baseado no GMPLS possibilita o aprovisionamento dinâmico por sinalização, assim como mecanismos automáticos de recuperação de percursos. Este é um plano opcional face ao já existente plano de gestão, assente sobre a plataforma AGORA-NG. Os dois planos funcionam de forma integrada permitindo uma solução mista, a qual garante sempre a actualização da visão sobre o estado da rede nas plataformas de gestão (NMS - *Network Management System*).

3. Papel integrador na PT Inovação e Grupo PT

A PT Inovação, no grupo PT, promove o processo de inovação dos serviços, tecnologias e operações, transformando o conhecimento em vantagens competitivas para os clientes. A arquitectura *netB@nd*, pela definição e enquadramento das principais linhas tecnológicas para criação de riqueza nacional e internacional, personifica a missão da empresa no grupo, já que integra a responsabilidade de contribuição para a captação de conhecimento e geração de valores para as empresas PT. O objectivo final é criar liderança nas áreas de conhecimento estratégicas relacionadas com os segmentos de acesso, agregação/metro e *core* da rede de transporte. A evolução tecnológica e a sua organização numa arquitectura bem definida têm em vista o desenvolvimento do negócio das empresas PT, contribuindo para a sua diferenciação face à concorrência.

O acompanhamento dos organismos de normalização e um trabalho de parceria estabelecido com diversas Universidades e empresas de renome a nível mundial possibilitam um crescimento sustentado das crenças tecnológicas que suportam este crescimento.

Um bom exemplo de uma solução que posiciona o grupo na vanguarda da evolução tecnológica estabelece-se com as plataformas MPLS-TP. O *cluster* apostou cedo (2008) nesta tecnologia e tem em curso o desenvolvimento de uma linha completa de transporte suportada em MPLS-TP. Com esta tecnologia, as operadoras pretendem desenvolver mais rapidamente serviços que os clientes procuram (especialmente para *backhaul* móvel, mas também para PON e metro), obter funcionalidades de OAM e custos reduzidos. A procura de soluções MPLS-TP faz-se já sentir um pouco por todo o Mundo, com implementações iniciais no terreno a surgir na Europa, EUA, América do Sul e Ásia. A

China Telecom e a DT iniciaram testes de campo com soluções MPLS-TP, a NTT planeia implementar esta tecnologia no terreno, e a Itália Telecom tem como objectivo implementar o MPLS-TP na rede de transporte de pacotes (PTN). Na América Latina, a VIVO e a Oi apostaram definitivamente na evolução das suas redes de transporte, suportadas nesta tecnologia. [19]

4. Conclusões

A arquitectura *netB@nd* resulta da conjugação dos diversos planos expostos, concretizando-se nas diferentes soluções desenvolvidas por este cluster. Procura simplificar o que é complexo, possibilitando serviços fim-a-fim, com redução de CAPEX e de OPEX.

Existe essencialmente uma preocupação com a elaboração de uma estratégia de evolução tecnológica dentro do contexto NGN, com a escolha de uma arquitectura e de plataformas para o desenvolvimento e implantação flexível de redes de pacotes em termos de infra-estruturas e de serviços, com a obtenção de uma melhor eficiência, escalabilidade e capacidade de gestão na operação da rede, e com a garantia da continuação de oferta dos serviços já providenciados no passado, em paralelo com a oferta de novos serviços.

A arquitectura *netB@nd* é revista periodicamente com base em conhecimentos fortes estabelecidos em redes fixas e móveis, para que o caminho a seguir se encontre alinhado com as tendências de mercado e a linha de negócio da PT Inovação.

Referências

- [1] PT Inovação, www.ptinovacao.pt
- [2] Plano de Negócios do DSR, 2009.
- [3] Plano de Negócios do DSR, 2010.
- [4] Rotas, 2010-2012.
- [5] SIRAC, projecto nº 03/157 PMDT - Projectos Mobilizadores para o Desenvolvimento Tecnológico.
- [6] PANORAMA, projecto nº 3144 enquadrado no QREN - Quadro de Referência Estratégico Nacional, <http://www.qren.pt/>
- [7] GPON-in-a-Box, projecto nº 7891 enquadrado no QREN - Quadro de Referência Estratégico Nacional, <http://www.qren.pt/>
- [8] ITU-T Recommendation Y.2011, "General principles and general reference model for next generation networks", 2004.
- [9] IETF, <http://www.ietf.org/>
- [10] ITU, <http://www.itu.int/en/pages/default.aspx>
- [11] Broadband Forum, <http://www.broadband-forum.org/>
- [12] ASON, ITU-T Recommendation G.8080, "Architecture for the automatically switched optical network (ASON)".
- [13] GMPLS, IETF RFC 3945, "Generalized Multi-protocol Label Switching Architecture".
- [14] MEF, <http://metroethernetforum.org/index.php>
- [15] CET, http://metroethernetforum.org/page_loader.php?p_id=140
- [16] Gamelas, A., "Evolução de tecnologias de transporte em redes de agregação metro", Fundação Portuguesa de Comunicações, 2009.
- [17] "A Framework for MPLS in Transport Networks", IETF draft draft-ietf-mpls-tp-framework-12, 2010.
- [18] Fujitsu, "The Role of Emerging Broadband Technologies on the Converged Packet-Based Network".
- [19] Oliveira, I., Costa, R., Estudo de casos junto de operadoras internacionais para apresentação "MPLS-TP Technology and Market impact", Users Group Sistemas de Rede e Suporte às Operações, Lisboa, 2010.

Inês Oliveira, obteve o Mestrado em Redes de Informação pela Carnegie Mellon University e Universidade de Aveiro em 2008 e a Licenciatura em Engenharia de Computadores e Telemática pela Universidade de Aveiro em 2004. Ingressou na Portugal Telecom em 2004, fazendo parte da equipa de sistemas e infra-estruturas de redes, tecnologias IP. Desde Janeiro de 2009 faz parte das equipas de protocolos e aplicações para gestão de elementos de rede e de revisão dos processos de gestão de programas e projectos. Adicionalmente, faz levantamento de informação de rede de clientes e concretiza propostas comerciais do ponto de vista técnico, e participa em projectos europeus de investigação na área de redes ópticas, como o FIVER.

07

Plano de controlo GMPLS nas redes de transporte

palavras-chave:
ASON, GMPLS, redes de transporte



André Brízido

Cláudia Sequeira

Um Plano de Controlo ASON/GMPLS que permita o controlo dinâmico e automático da rede constitui a aposta dos operadores para responder às novas exigências colocadas às redes de transporte. O ASON (*Architecture for Automatically Switched Optical Network*) define os componentes deste Plano de Controlo e as interações entre os seus componentes. O GMPLS (*Generalized Multiprotocol Label Switching*) engloba um conjunto de protocolos que permitem o aprovisionamento de ligações em redes heterogéneas.

Com este artigo, pretende-se descrever, sob um ponto de vista prático, a arquitetura de um Plano de Controlo baseado em ASON/GMPLS para o controlo de redes ópticas no âmbito das soluções *NetB@nd* da PT Inovação.

1. Introdução

As redes actuais caracterizam-se por uma elevada diversidade e dinamismo tanto ao nível dos serviços como ao nível de tecnologias. Para responder às novas exigências colocadas pelas redes ópticas de transporte (OTN – *Optical Transport Network*), o ITU desenvolveu uma arquitectura genérica para um Plano de Controlo que possibilita o controlo dinâmico de redes ópticas através de sinalização entre o utilizador e a rede – o ASON (*Automatically Switched Optical Network*).

O GMPLS (*Generalized Multiprotocol Label Switching*) representa a concretização prática do IETF para a implementação da arquitectura ASON. Consiste numa extensão do MPLS (*Multiprotocol Label Switching*) introduzindo o conceito de *label* genérica para o suporte de múltiplas tecnologias de comutação (TDM, WDM, PSC e *spatial switching*). O GMPLS permite ainda a integração de mecanismos de engenharia de tráfego.

Neste artigo começaremos por apresentar a arquitectura ASON, os conceitos e protocolos associados ao GMPLS e as propostas do OIF (*Optical Internetworking Forum*) para alcançar a interoperabilidade. Por fim, será apresentada a implementação de um Plano de Controlo baseado em ASON/GMPLS para as soluções *NetB@nd*.

2. Enquadramento

O universo das Telecomunicações tem vindo a sofrer uma abrupta alteração dos seus paradigmas, influenciados pelos novos serviços e aplicações que colocam exigências cada vez maiores na largura de banda e dinamismo.

A convergência para redes de pacotes permite responder a estas exigências. Na conseqüente transição, as redes ópticas caracterizadas pela sua elevada disponibilidade atraíram a atenção de todos os operadores. Apercebendo-se da evolução tecnológica iminente, o ITU-T uniu esforços na definição ASON, descrita na recomendação G.8080/Y.1304 [1].

A introdução de um Plano de Controlo independente do Plano de Transporte no ASON (factor diferenciador em relação às OTN tradicionais) permitiu disponibilizar diversas funcionalidades e responder a diversos requisitos actuais, entre os quais se destacam:

- > Suporte de *Optical Virtual Private Networks* (OVPN);
- > Aprovisionamento extremo-a-extremo rápido e automático;
- > Interoperabilidade entre diferentes domínios administrativos;

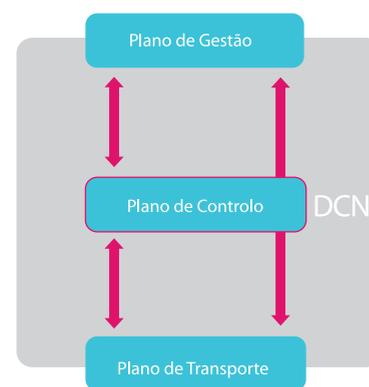


Figura 1 - Planos da rede na arquitectura ASON

- > Mecanismos de protecção dinâmica e de restauro;
- > Suporte para topologias de rede *mesh* (convergência com as redes IP);
- > Deslocação da inteligência para os elementos de rede;
- > Descoberta automática dos recursos da rede;
- > Integração de mecanismos de engenharia de tráfego;
- > Sinalização automática e protocolos de encaminhamento.

A visão da rede na arquitectura ASON, representada na Figura 1, encontra-se dividida em três planos: o Plano de Transporte, responsável por transportar os dados do cliente, o Plano de Controlo, responsável pela configuração automática de ligações e restauro, e o Plano de Gestão, responsável por assegurar o correcto funcionamento dos planos de Controlo e de Transporte atendendo às políticas do operador.

O principal foco do Plano de Gestão consiste em efectuar a monitorização da rede, disponibilizando em tempo real, uma visão global do estado actual. As principais responsabilidades do Plano de Gestão são

vulgarmente designadas através do acrónimo FCAPS (*Fault, Configuration, Accounting, Performance and Security Management*).

No conjunto de recomendações do ITU-T relativas ao Plano de Controlo ASON, estão definidos os mecanismos de gestão de ligações, os mecanismos de encaminhamento e de descoberta e os mecanismos de gestão de *links*. Note-se que algumas destas funcionalidades se sobrepõem às do Plano de Gestão pelo que é necessário haver coordenação entre os dois planos. No caso de uma possível falha do Plano de Gestão, o Plano de Controlo pode temporariamente assumir algumas das suas funções, havendo a possibilidade de reportar as acções efectuadas quando o plano de gestão voltar a estar disponível. Foi definida uma *framework* para a gestão do Plano de Controlo na recomendação G.7718/Y.1709 [2] e um modelo de informação independente de protocolos na recomendação G.7718.1/Y.1709.1 [3].

A Recomendação G.7712/Y.1703 [4] define a arquitectura funcional e os requisitos para uma rede de comunicação (DCN – *Data Communication Network*) cujo papel é transportar as mensagens relativas ao Plano de Controlo e ao Plano de Gestão.

Paralelamente à arquitectura ASON, o IETF definiu um Plano de Controlo Universal – o GMPLS [5][6]. Este surge como um dos principais candidatos para a concretização da referida arquitectura. A especificação GMPLS engloba protocolos de sinalização, de encaminhamento e de gestão de ligação que operam num Plano de Controlo separado do Plano de Transporte.

O GMPLS modifica os protocolos de sinalização RSVP-TE – *Resource Reservation Protocol Traffic Engineering* [7] e CR-LDP – *Constraint-based Label Distribution Protocol* [8], adicionando a possibilidade de identificar, explicitamente, a interface a ser sinalizada. Isto é particularmente importante para possibilitar a separação entre os canais de controlo e as interfaces de dados. A sinalização, no contexto GMPLS, consiste na troca de mensagens ao nível do Plano de Controlo para permitir a activação, manutenção e modificação de LSP - *Label Switching Path* (caminhos no Plano de Transporte). As mensagens de sinalização são trocadas entre *Signaling Controllers*, que usualmente se encontram fisicamente alocados nos LSR - *Label Switching Routers* (*switches* no Plano de Transporte). A existência de um canal de sinalização fisicamente separado do canal de dados acrescenta uma considerável flexibilidade e resiliência às redes controladas por GMPLS.

O encaminhamento GMPLS é baseado no modelo IP, assumindo que endereços IPv4 e/ou IPv6 são utilizados para identificar interfaces. O GMPLS reutiliza os protocolos tradicionais de encaminhamento como o OSPF – *Open Shortest Path First* [9] e o ISIS - *Intermediate System To Intermediate System* [10], adicionando-lhes o suporte a tipos de comutação não baseados em pacotes.

O cálculo de caminhos, com restrições, em redes de grandes dimensões, multi-domínio ou multi-camada pode constituir uma tarefa complexa, justificando a utilização de uma entidade específica, o PCE (*Path Computation Element*) [11]. Esta entidade permite calcular o melhor caminho para um TE (*Traffic Engineering*) LSP, considerando a largura de banda e outros requisitos que caracterizam um serviço, recorrendo para isso a uma TED (*Traffic Engineering Database*).

Para suportar as novas funcionalidades características das redes ASON/GMPLS foi ainda necessário desenvolver um novo protocolo de sinalização, o LMP (*Link Management Protocol*) [12] que possibilita a gestão da ligação entre dois equipamentos adjacentes no Plano de Transporte. As principais funcionalidades deste protocolo reflectem-se na gestão de um canal de controlo, correlação de propriedades, verificação de conectividade e gestão de falhas.

Atendendo aos aspectos de interoperabilidade, o organismo de normalização OIF – *Optical Internetworking Forum* tem-se dedicado à definição dos pontos de referência na rede da arquitectura ASON: a UNI (*User-Network Interface*) que constitui a interface entre o utilizador e o service provider e a E-NNI (*External Network-Network Interface*) que constitui a interface entre domínios administrativos. Este organismo tem seguido uma abordagem para a definição destas interfaces suportada em *Implementation Agreements* que garantem a interoperabilidade entre fabricantes e a conciliação entre especificações ASON e GMPLS.

A especificação OIF para a interface UNI [13] define os serviços que devem ser suportados, o tipo de DCN (*in-fiber, out-of-fiber, etc.*), o modelo de endereçamento e uma interface de sinalização concretizada através de RSVP-TE. Relativamente à interface E-NNI, o OIF especificou uma interface de sinalização e de partilha de topologia que permite o estabelecimento de serviços de forma automática através de vários domínios ASON/GMPLS [14][15]. Uma das principais diferenças entre a UNI e a E-NNI é que na segunda tem de existir partilha de topologia entre os vários do-

mínios. Esta partilha de topologia pode ser concretizada através de OSPF-TE.

3. Integração na arquitectura NetB@nd

As soluções *NetB@nd* vocacionadas para a rede de transporte caracterizam-se pela garantia de fiabilidade de desempenho, quer em situações de operação normal, quer em situações de restauro. Esta vantagem estratégica é adquirida através da concepção de produtos baseada no princípio da robustez. O sistema de gestão AGORA-NG, permite ao operador melhorar a eficiência operacional, através da provisão automatizada de serviços e da detecção de falhas da rede e degradação de QoS, em tempo real. O AGORA-NG atribui automaticamente recursos a ordens de serviço e procede à activação destes, através de algoritmos que optimizam a utilização da rede.

A introdução, de um Plano de Controlo distribuído, nas soluções *NetB@nd* permite beneficiar de provisão automática de serviços (sem intervenção humana), de mecanismos de protecção e restauro dinâmicos e da descoberta automática de recursos (via OSPF-TE). Os mecanismos de protecção incluem o aprovisionamento de LSP de *backup* e o pré-cálculo de caminhos alternativos para que o restauro seja mais rápido [16]. O principal mecanismo de restauro fornecido pelo GMPLS (para LSP não protegidos) consiste no cálculo e aprovisionamento de um novo caminho para um LSP após este ter entrado em falha [17]. Estes mecanismos tiram partido de uma deslocação da inteligência para os elementos de rede e funcionam como um complemento aos mecanismos de protecção proporcionados pelo Plano de Transporte (protecção de *links*, protecção de cartas, etc.).

Apesar da deslocação da inteligência para os elementos de rede ser mais adequada para responder a pedidos muito dinâmicos à rede, devido à distribuição de carga, o facto de se permitir aos elementos de rede tomar decisões, fará com que a optimização da rede seja mais difícil de atingir. Um dos principais requisitos considerados para o desenho da arquitectura de gestão das redes de transporte PT Inovação, para além do aprovisionamento automático, a resiliência e a descoberta automática de recursos, é a manutenção das decisões de encaminhamento no sistema de gestão (NMS – *Network Management System*). Esta centralização das decisões de encaminhamento irá permitir um maior determinismo da rede e consequentemente uma melhor optimização da mesma. Pretende-se, também, que o sistema seja modular,

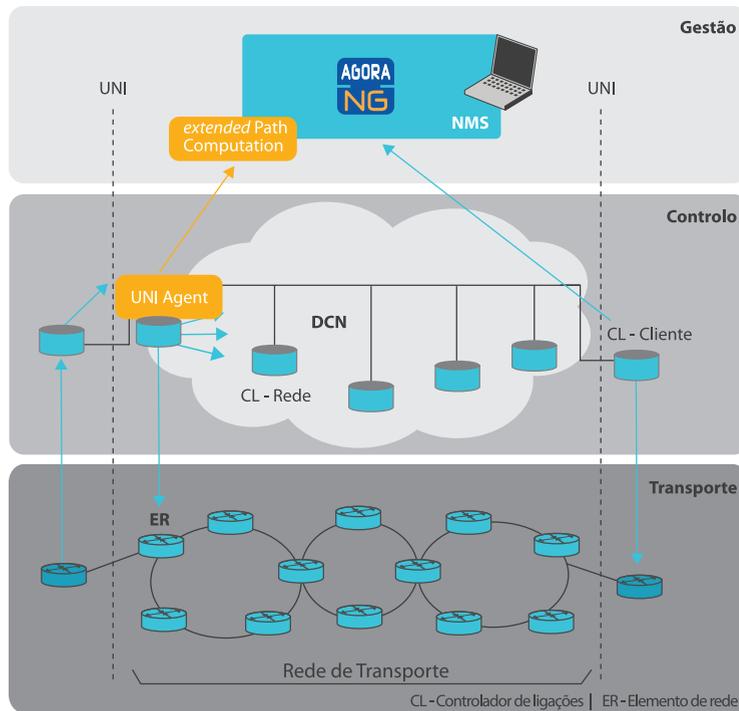


Figura 2 – Arquitectura de gestão NetB@nd

permitindo ao operador optar, pela utilização ou não, do Plano de Controlo, bem como admitir cenários, para redes de menor dimensão, em que o Plano de Controlo opera sem o Plano de Gestão.

Tendo em conta os requisitos anteriores, optou-se pela arquitectura da Figura 2 para as soluções de transporte NetB@nd. Esta arquitectura baseia-se na recomendação ITU G.8080 e é totalmente independente da tecnologia de transporte.

As principais características desta arquitectura são a sinalização distribuída e a integração dos mecanismos de protecção e restauro dinâmicos do GMPLS [16], mantendo o NMS totalmente informado do estado da rede. Esta arquitectura possibilita a um equipamento cliente interagir com a rede via uma interface OIF UNI2.0 RSVP-TE e aprovisionar automaticamente um serviço.

A presença de um componente de cálculo de rotas no NMS possibilita a utilização de algoritmos complexos de optimização da rede. Este componente baseia-se no PCE (Path Computation Element) descrito na RFC 4655 [11] e tira partido da visão da rede fornecida pelo OSPF-TE, protocolo de encaminhamento utilizado no Plano de Controlo. Com este elemento consegue-se uma arquitectura híbrida que beneficia da sinalização distribuída mas mantém as

decisões de encaminhamento no NMS.

Em cada nó da rede existe uma instância de Plano de Controlo dividida em 3 componentes principais: o Controlador de Ligações, o Controlador de Rotas e o Gestor de Recursos. A comunicação entre componentes de nós distintos é efectuada através de uma DCN (Data Communication Network) que pode ser Inband ou Out of Band.

O Controlador de Ligações é o responsável por estabelecer ligações através de um domínio (via RSVP-TE). Este controlador solicita a informação necessária para encaminhar o tráfego de um LSP ao Controlador de Rotas do próprio equipamento ou ao componente de cálculo de rotas do NMS.



Figura 3 – Componentes de gestão presentes num elemento de rede

O Gestor de Recursos fornece uma camada de abstracção do HW e pode interagir directamente com um sistema de gestão (via SNMP ou XML). As responsabilidades do Gestor de Recursos incluem a gestão da ocupação dos links e a detecção de falhas.

O Controlador de Rotas de cada nó recorre ao OSPF-TE para manter uma visão actualizada da rede, no entanto, possui uma capacidade limitada na escolha do tipo de algoritmos de optimização da rede.

Nos nós na fronteira da rede existe um Agente UNI que recebe os pedidos RSVP-TE do equipamento cliente e os reencaminha para o NMS. O NMS é o responsável por verificar se o cliente possui autorização e fornecer a melhor rota para encaminhar o tráfego do novo LSP. Se o cliente estiver autorizado, o Controlador de Ligações desse nó inicia o estabelecimento do LSP de forma distribuída (via RSVP-TE).

Na Figura 4 encontram-se alguns exemplos de cenários da utilização do Plano de Controlo GMPLS.

O primeiro cenário ilustra uma situação em que o operador opta por não utilizar um Plano de Controlo. O NMS pode receber os pedidos dos equipamentos cliente, mas não tira partido da sinalização distribuída nem dos mecanismos de restauro e protecção dinâmicos do GMPLS.

O segundo cenário ilustra a situação em que não existe sistema de gestão centralizado, mas existe um Plano de Controlo. Para aprovisionar um LSP, o operador apenas tem de aceder ao terminal de gestão local (WebTi) de um dos equipamentos, indicar o destino, os parâmetros de tráfego e as interfaces origem e destino, despoletando a sinalização RSVP-TE (passo 1). Ao receber o pacote RSVP-TE (passos 3 e 5), cada nó pertencente à rota do LSP recorre ao seu Gestor de Recursos para aprovisionar os recursos correspon-

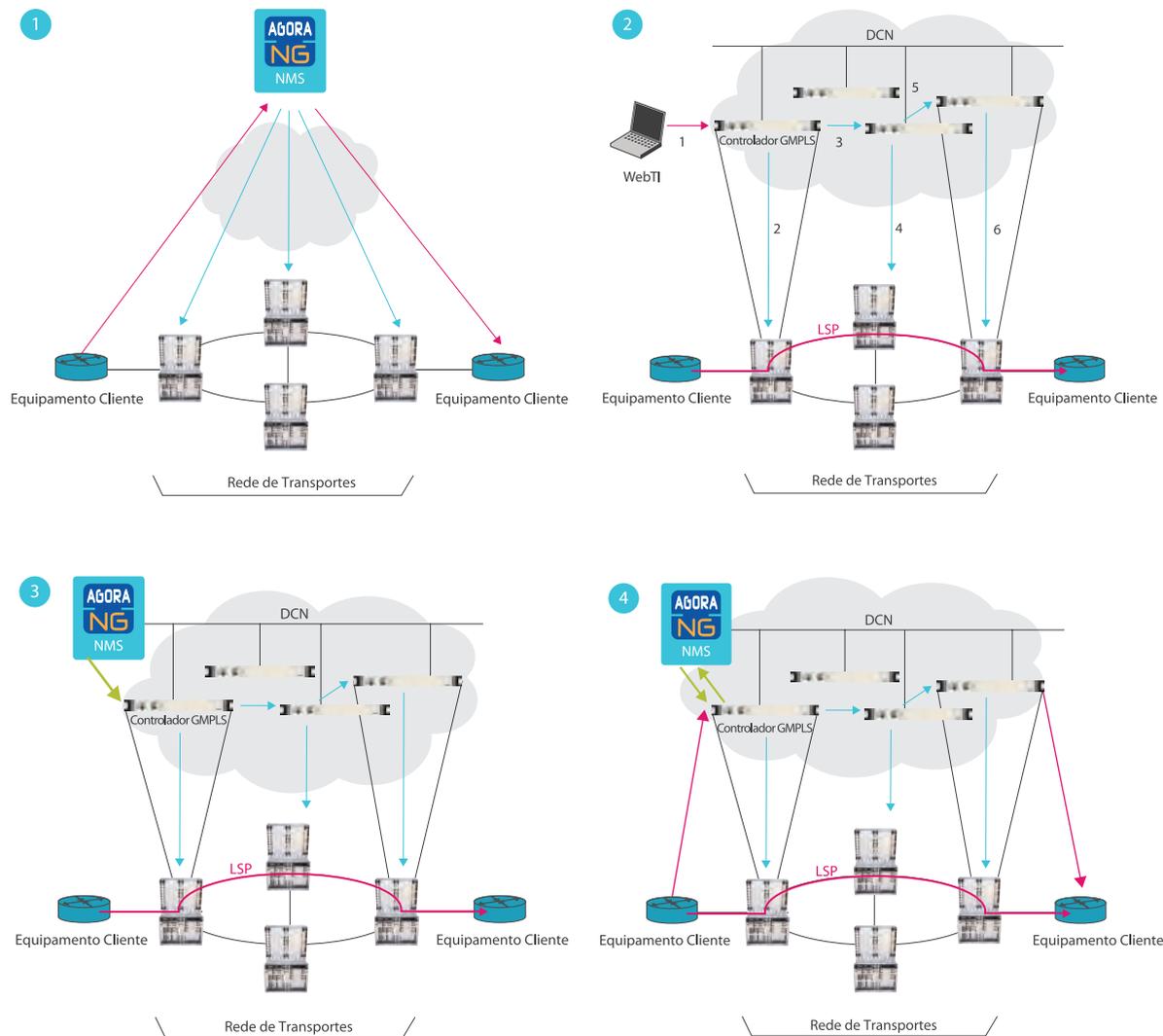


Figura 4 – Cenários de utilização NetB@nd

dentes (passos 2, 4 e 6). O operador pode optar por introduzir manualmente o percurso do LSP ou permitir que este seja calculado automaticamente. Com esta arquitectura, também é possível receber pedidos de equipamentos cliente, através de um agente UNI. Neste caso é o agente UNI que despoleta a sinalização RSVP-TE na rede.

O terceiro cenário representa a situação em que existe um Plano de Controlo e um Plano de Gestão instanciado. O operador cria os LSP através do NMS que delega a sinalização para o Plano de Controlo. No entanto, neste caso, o operador pode tirar partido de um algoritmo de optimização e cálculo de percurso centralizado (presente no primeiro cenário) e de um mecanismo de sinalização distribuído (presente no segundo cenário), em conjugação com os be-

nefícios de um sistema de gestão integrado. O quarto cenário ilustra a criação de um LSP como consequência de um pedido por parte de um equipamento cliente. O agente UNI do equipamento na fronteira da rede recorre ao NMS para saber se o cliente está autorizado e qual a melhor rota para encaminhar o tráfego.

4. Conclusão

A evolução da arquitectura de referência NetB@nd, atendendo às necessidades das redes de nova geração, tornou urgente a introdução de um Plano de Controlo que complementasse o actual modelo de gestão. As recomendações ASON/GMPLS fornecem o suporte normativo para um Plano de Controlo universal nas redes de transporte, garantindo a interoperabilidade entre redes e fabricantes.

A solução implementada e reflectida na nova arquitectura NetB@nd atendeu ao requisito da evolução gradual das redes. A modularidade da solução permite a opção pela utilização exclusiva ou integrada com o sistema de gestão do plano de controlo, dependendo exclusivamente das necessidades de cada cenário do operador. O determinismo da rede é assegurado pela elevada integração da solução: a plataforma de gestão mantém-se informada do estado da rede.

A gestão das soluções NetB@nd foi dotada de mecanismos que lhe conferem um maior automatismo, interoperabilidade e resiliência, resultando numa maior capacidade de adaptação a contextos de mudança.

Referências

- [1] ITU-T, Architecture for the automatically switched optical network (ASON), recomendação G.8080/Y.1304.
- [2] ITU-T, Framework for ASON management, recomendação G.7718/Y.1709.
- [3] ITU-T, Protocol-neutral management information model for the control plane view, recomendação G.7718.1/Y.1709.1.
- [4] ITU-T, Architecture and specification of data communication network, recomendação G.7712/Y.1703.
- [5] IETF, RFC 3471 – Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Signaling Functional Description.
- [6] IETF, RFC 3945 – Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Architecture.
- [7] IETF, RFC 3209 – RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels.
- [8] IETF, RFC 3468 – Constraint-Based LSP Setup using LDP.
- [9] IETF, RFC 3660 – Traffic Engineering (TE) Extensions to OSPF Version 2.
- [10] IETF, RFC 5305 – IS-IS Extensions for Traffic Engineering.
- [11] IETF, RFC 4655 – A Path Computation Element (PCE)-Based Architecture.
- [12] IETF, RFC 4204– Link Management Protocol (LMP).
- [13] OIF, User Network Interface (UNI) 2.0 Signaling Specification OIF-UNI-02.0-Common User Network Interface (UNI) 2.0 Signaling Specification: Common Part.
- [14] OIF, Intra-Carrier E-NNI Signaling Specification.
- [15] OIF, External Network-Network Interface (E-NNI) OSPF-based Routing - 1.0 (Intra-Carrier) Implementation Agreement.
- [16] IETF, RFC 4426 – Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Recovery Functional Specification.
- [17] IETF, RFC 4872 – RSVP-TE Extensions in Support of End-to-End Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Recovery

André Brízido, obteve a Licenciatura em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2007. Ingressou na PT Inovação nesse mesmo ano através do programa Talento da Inova-Ria e desde então tem colaborado no desenvolvimento de soluções de gestão local para os equipamentos desenvolvidos no âmbito do *Cluster NetB@nd*.

Cláudia Sequeira, obteve o Mestrado Integrado em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2009. Ingressou nesse mesmo ano na Portugal Telecom Inovação através do programa Trainees, dedicando-se ao desenvolvimento de soluções de gestão local para os equipamentos *NetB@nd*.

08

Monitoria e diagnóstico de fibra óptica em redes ponto - multiponto

palavras-chave:
fibra óptica, PON, ONT, OTDR
e monitorização



Cláudio Rodrigues



Emanuel Miranda



Paulo Gonçalves



Micaela Bernardo



Paulo Mão-Cheia

Um sistema de monitoria e teste de ligações de fibra óptica é essencial, se pretendemos melhorar a confiança de serviço e reduzir os custos de manutenção das redes ópticas de acesso. No caso das redes ponto-multiponto, como as redes ópticas passivas (PON) que utilizam divisores ópticos (*splitters*) nas suas ligações, surge um grande desafio para os sistemas de detecção de falhas convencionais. Este artigo apresenta o equipamento PROBE-PON, que é uma solução de teste e diagnóstico de fibra óptica, que surgiu como resposta a esse desafio e da necessidade de uma unidade de testes e monitoria em fibra óptica para redes ponto-multiponto.

O equipamento desenvolvido combina capacidades de reflectometria óptica no domínio do tempo (OTDR – *Optical Time Domain Reflectometer*) com tecnologia de comutação óptica, permitindo testar localmente e remotamente até 128 redes de fibra óptica distintas. A partir de uma assinatura inicial das redes, o sistema PROBE-PON por comparação e análise de dados, permite detectar e localizar com rigor falhas e irregularidades nas redes de fibra óptica.

Além disso através do Sistema de Diagnóstico e Ensaio - GEREEX, é possível solicitar ao equipamento que desempenhe diversos testes automaticamente ou a pedido e que devolva os resultados obtidos com o respectivo diagnóstico.

A solução baseia-se ainda em métodos inovadores, não intrusivos, de localização e identificação de assinantes, que permitem isolar as falhas com elevada precisão, em todas as derivações da rede, possibilitando uma visão global das redes PON e assim a identificação de todas as terminações/clientes existentes em cada rede.

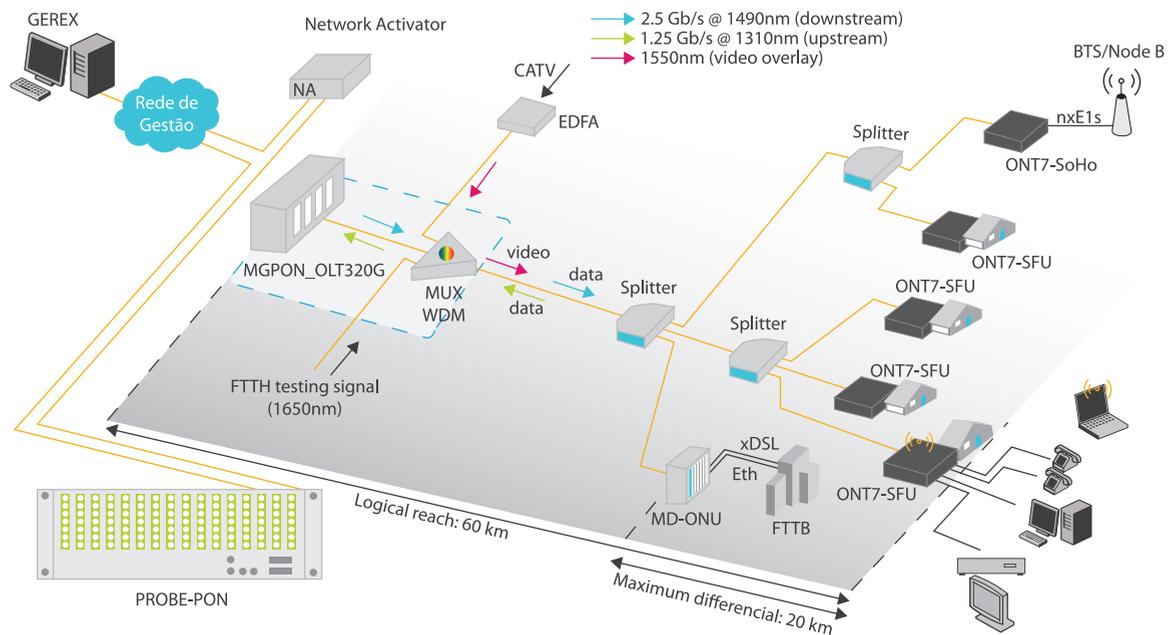


Figura 1 - Arquitetura GPON

1. Introdução

Grande investimento, investigação e desenvolvimento foram realizados em torno das redes FTTH para responder adequadamente a um conjunto de necessidades de serviços multimídia. A tecnologia TDM-PON, mais concretamente, a tecnologia GPON é actualmente a tecnologia FTTH mais utilizada e mais eficiente hoje em dia [1], [8]-[14]. A tecnologia GPON é baseada no ITU-T Rec. G984.x e suporta serviços *triple Play* (dados, voz e vídeo), *bit rates* até 2.5 Gbps (*downstream*) e 1.24 Gbps (*upstream*), com um *split ratio* até 1:64, numa única fibra e com um alcance lógico até 60 km [3][4][6].

A GPON tem três comprimentos de onda definidos para diferentes serviços, 1310 nm, 1490 nm e 1555 nm. O sinal de *downstream* está especificado entre os 1480 nm e os 1500 nm e o sinal de *upstream* entre os 1260 nm e os 1360 nm usando a banda dos 1550 nm a 1560 nm para distribuição de vídeo analógica.

Uma arquitetura típica GPON é apresentada na (Figura 1), onde um filtro WDM combina o sinal de *downstream*, 1490 nm e 1555 nm, e isola não apenas o sinal de *upstream* a 1310 nm mas também o sinal de vídeo na central (CO).

A PROBE-PON é uma solução integrada de teste e diagnóstico de fibra óptica, que sur-

ge da necessidade de uma unidade de testes e monitoria em fibra óptica para redes ponto-multiponto, como é o caso da GPON. A arquitetura GPON contempla um sistema remoto, centralizado e automático no CO, mediante a utilização de um comprimento de onda a 1650 nm que permite a monitorização por uso de elementos reflectivos nos ONT, que permite baixar custos, fácil manutenção e rápida intervenção em casos de ruptura de serviço.

Os OTDR convencionais disponíveis no mercado são adequados para sistemas ponto a ponto e, se colocados no CO, torna-se difícil encontrar uma falha numa ligação de fibra óptica, equipado com um divisor óptico, porque a retrodispersão de *Rayleigh* das várias derivações de fibras acumula-se no traço de OTDR e dificulta as leituras de eventos.

Para responder a esse desafio surge a PROBE-PON, um equipamento comercial da PT Inovação para utilização em redes ponto-multiponto e que permite localizar, com precisão, falhas em ligações de fibra óptica com várias derivações. Este sistema alia as capacidades de medição de um OTDR à tecnologia de comutação óptica e integra-as num Sistema de Diagnóstico e Ensaio - GEREX para assim responder à necessidade de mercado duma solução de diagnóstico de fibra optimizada para redes PON.

2. Descrição do sistema

O sistema é baseado em tecnologia óptica, onde marcadores ópticos são colocados em cada ONT (cliente) para que estes possam ser distinguidos, ou seja, a monitorização é realizada através do uso de redes de *Bragg* centradas no comprimento de onda de emissão do OTDR, a 1650 nm. Figura 2. A utilização de redes de *Bragg* centradas a 1650 nm permite reflectir o sinal proveniente do OTDR, sem afectar o sinal de tráfego da GPON.[13]

O sistema, além de permitir a monitorização de clientes a 20 km da central, com 0,5 m de distância entre eles, permite também a leitura total da rede, nomeadamente as perdas dos divisores ópticos passivos, conectores e fibra devido a uma gama dinâmica elevada de cerca de 40 dB, uma zona cega reduzida de 0.5 m e uma resolução de 0.05 m.

3. Funcionalidades do sistema

A solução PROBE-PON integrada no sistema GEREX permite:

- > Efectuar testes a fibras que fornecem serviços a clientes GPON;
- > Ser utilizada como ferramenta de diagnóstico com informação resumida para *Front Office* e detalhada para *Back Office*;
- > Minimizar os custos dos testes, poden-

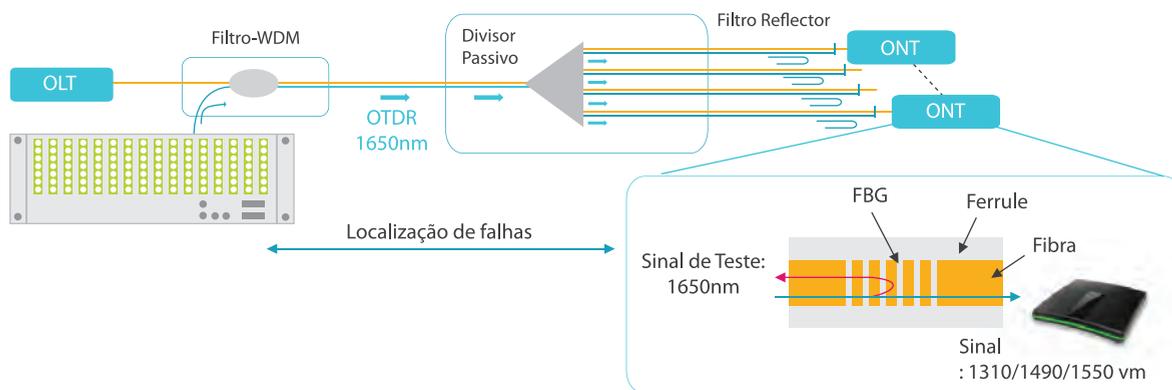


Figura 2 - Sistema de funcionamento da PROBE-PON

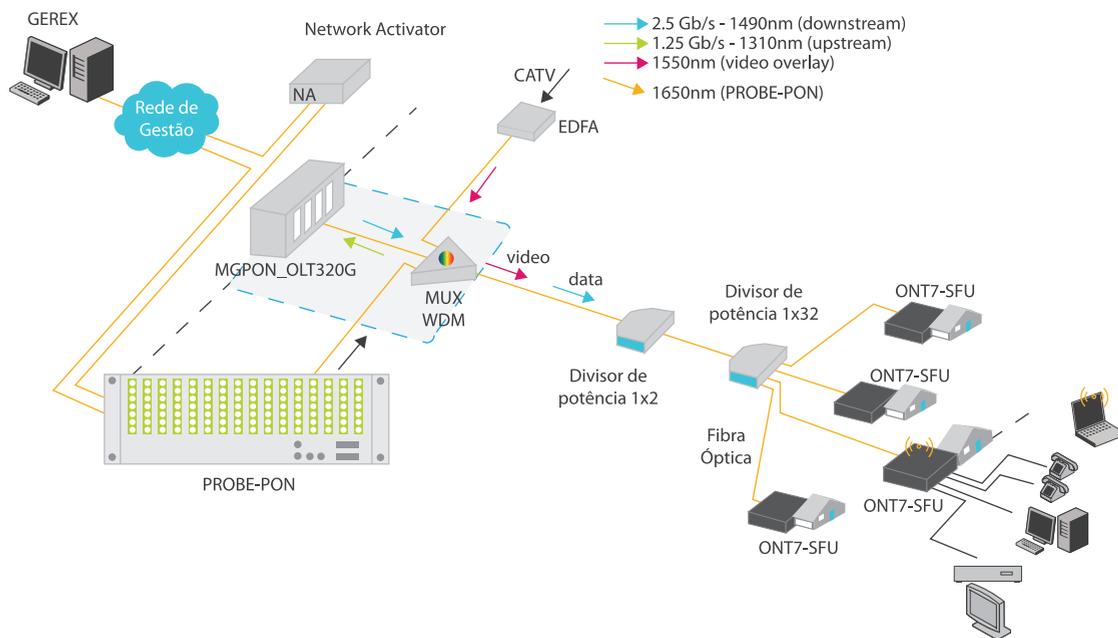


Figura 3 - Tipologia da Rede Testada

- do estes ser efectuados remotamente sem a deslocação de técnicos especializados ao terreno e a utilização de equipamentos de medida de uso individualizado;
- > Contribuir para a diminuição dos valores MTTR (*Mean Time to Repair*) na fase de diagnóstico de avarias;
- > Efectuar testes de fibra a pedido por serviço, PON e OLT: através da informação obtida do cadastro, o GEREX permite testar o(s) serviço(s) de um cliente ou todos clientes de uma rede PON e/ou de uma OLT. Desta forma permite identificar problemas por cliente, por PON e por OLT;

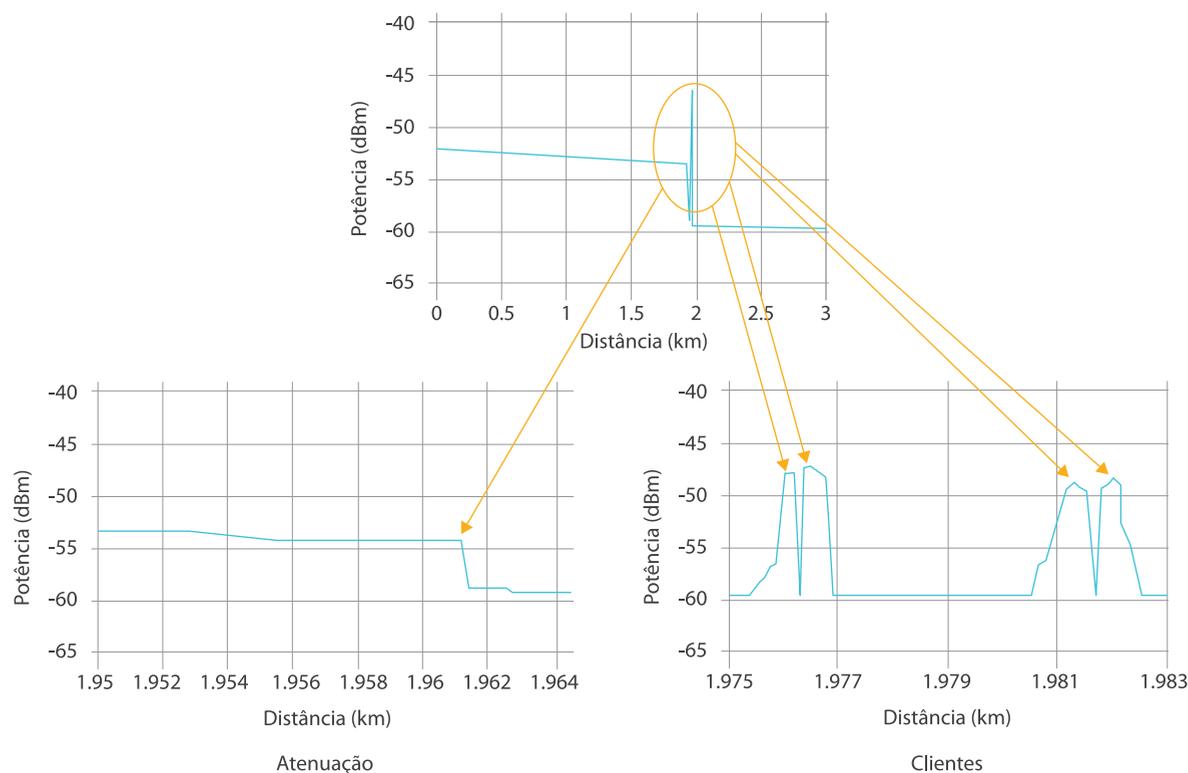
- > Registrar "assinaturas" de rede e de serviço (na provisão): efectuando um teste a pedido na altura da provisão o GEREX regista e guarda a assinatura de rede ou de um cliente. Esta assinatura é usada como referência para comparação de medições e assim detectar anomalias. O GEREX pode ainda, opcionalmente, obter a informação de cadastro e mapear os elementos de rede com os eventos detectados no teste;
- > Efectuar a comparação de resultados de testes de fibra, com resultados de referência guardadas, permitindo identificar problemas: o GEREX mostra o resultado dos testes efectuados e oferece a possibilidade de visualizar o traço da medi-

ção de referência, guardada para comparação de resultados. Permite também, calcular automaticamente as diferenças entre os resultados obtidos num teste e a medição de referência guardada;

- > Apresentação gráfica: cada teste apresenta como resultado um conjunto de pontos e respectivos eventos, permitindo assim o desenho dum gráfico e a apresentação da tabela de eventos.

4. Resultados obtidos

Foram realizados testes a uma rede GPON com a seguinte tipologia (Figura 3): divisor de potência 1x2 no CO, rolo de fibra óptica com aproximadamente 2 km, divisor de potência 1x32 e quatro clientes.



	Atenuação	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4
Localização (km)	1.952716	1.976126	1.976626	1.981286	1.981900
Atenuação (dB)	6.840000				

Figura 4 - Gráficos obtidos

Na análise gráfica observa-se o gráfico desenvolvido, nomeadamente, a atenuação e os clientes detectados, Figura 4.

Conclui-se então que o cliente 1 se encontra a exactamente 0.5 m do cliente 2 e o cliente 3 se encontra 0.6 m do cliente 4, possuindo um divisor de potência óptica aos 1.95 km.

5. Importância para os negócios do Grupo PT

A solução PROBE-PON assegura: uma redução de custos de OPEX, através da detecção remota de cortes em fibra GPON, evitando a deslocação indevida de técnicos ao terreno; um despiste em tempo real de anomalias de serviço reclamadas por clientes e uma análise estatística do estado da rede, para efeitos de manutenção preventiva.

6. Conclusões

A integração da PROBE-PON da PT Inovação no sistema GEREX disponibiliza novas funcionalidades no Portal GEREXWeb, para teste e diagnóstico dos serviços sobre fibra óptica, através da recolha de dados das redes de fibra até ao cliente e análise dos mesmos, que permita detectar anomalias. Esta solução, vai permitir aos utilizadores ter ferramentas que permitem ter visão *end-to-ends* nas suas funções de operação e manutenção da rede orientadas para serviços suportados em PON e redes ponto a ponto.

Esta solução vai ao encontro não só das necessidades dos operadores tanto na fase de manutenção, como na fase de instalação do serviço ao cliente no auxílio de cadastro.

Referências

- [1] Fu-Tai An, Kyeong Soo Kim, Yu-Li Hsueh, Matthew Rogge, Wei-Tao Shaw and Leonid Kazovsky, "Evolution, Challenges and Enabling Technologies for Future WDM-Based Optical Access Networks", white paper, January 2008.
- [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 GPON, 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] W. Lee, M. Park, S. Cho, J. Lee, C. Kim, G. Jeong and B. Kim, "Bidirectional WDM-PON Based on Gain-Saturated Reflective Semiconductor Optical Amplifiers", IEEE Photonics Technology Letters, Vol.17, No. 11, November 2005.
- [7] F. Payoux, P. Chanclou, M. Moignard, R. Brenot, "WDM PON based on Spectrum Slicing and Reflective SOA", in NOC, London, 2005.
- [8] S. Park, G. Kim, T. Park, "WDM-PON system based on the laser light injected reflective semiconductor optical amplifier", Optical Fiber Technology, vol. 12, pp. 162-169, 2006.
- [9] E. Wong, K.L. Lee and T. Anderson, "Low-Cost WDM passive optical network with directly modulated self seeding reflective SOA", Electronics Letters 2nd March 2006 Vol. 42 No. 5.
- [10] Tae-Young Kim, Jeung-Mo Kang, and Sang-Kook Han, "Performance Analysis Of Bidirectional Hybrid WDM/SCM PON Link Based On Reflective Semiconductor Optical Amplifier", Microwave and Optical Technology Letters / Vol. 48, No. 11, November 2006.
- [11] J. Prat, C. Arellano, V. Polo and C. Bock, "Optical Network Unit Based on a Bidirectional Reflective Semiconductor Optical Amplifier for Fiber-to-the-Home Networks", IEEE Photonics Technology Letters, VOL. 17, NO. 1, January 2005.
- [12] A. Banerjee, Y. Park, F. Clark, H. Song, S. Yang, G. Kim, B. Mukherjee, "Wavelength-division-multiplexed passive optical network (WDM-PON) technologies for broadband access: a review", (Invited), Journal of Optical Networking, Vol.4, No. 11, November 2005.
- [13] Sumitomo Electric Industries, Ltd. Lightwave Network Products Division, "RFTS for PON", 31 October 2008

Paulo Mão-Cheia, licenciado em Eng^a Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Ingressou no Centro de Estudo de Telecomunicações em 1991 no grupo de comunicações ópticas. Tem trabalhado desde então no desenvolvimento de sistemas, e é actualmente responsável pela unidade Redes de Transporte. Participa em vários organismos de normalização nomeadamente no Full Services Access Network.

Paulo Gonçalves, licenciado em Electrónica e Telecomunicações na Universidade de Aveiro em 1993 com projecto final baseado em desenho e simulação de ASIC para gestão de memória partilhada entre 4 processadores. No ano lectivo 1993/1994 foi auxiliar em duas cadeiras de introdução à informática e programação, estruturas de dados e algoritmos na universidade de Aveiro. Efectuou estágio profissional na Portugal Telecom com desenvolvimento de software específico para implementação de anel óptico a 155Mbps em 1998 e em 1997 frequentou curso de formação de formadores reconhecido pelo Instituto de Formação Profissional. Desde 1994 faz parte do departamento de Desenvolvimento de Sistemas de Rede na PT Inovação, tendo participado no desenvolvimento de vários sistemas de multiplexagem e toda a linha HDSL, SHDSL e ADSL. Recentemente encontra-se nas equipas de desenvolvimento de vários sistemas GPON e OTDR. Desde 1992 tem exercido com regularidade a actividade de formador na área da informática e telecomunicações.

Cláudio Rodrigues, obteve a o Mestrado em Engenharia Física em 2007 pela Universidade de Aveiro e a Licenciatura em Engenharia Física pela Universidade de Aveiro em 2006. Foi investigador do grupo de comunicações ópticas do Instituto de Telecomunicações, Pólo de Aveiro durante dois anos, 2006 até 2008, na área das redes ópticas passivas por multiplexagem densa no comprimento de onda e redes de fibra óptica de plástico. Participou ainda em diversas conferências, publicando diversos artigos. Desde 2008 faz parte da PT Inovação, S.A, no departamento de Desenvolvimento de Sistemas de Rede na área de redes de transporte, onde participa em diversos projectos na área da fibra óptica e projecto europeu de investigação FIVER.

Micaela Bernardo, licenciada em Engenharia Física pela Universidade de Aveiro em 2007, com orientação para telecomunicações em fibra óptica, com participação em projecto de investigação de técnicas alternativas de amplificação óptica para redes xWDM, numa parceria do Instituto de Telecomunicações (IT) com a PT Inovação. O trabalho académico desenvolvido em equipa no IT na área de amplificação óptica de Raman deu origem a algumas publicações, nomeadamente a capítulos em livros, como o *Telecommunications Research Trends e Optical Fibers Research Advances* da Nova Publisher. Ingressou na Portugal Telecom Inovação em 2007, no âmbito da transferência de conhecimento dos projectos do Plano Inovação e desde então faz parte da equipa de Desenvolvimento de Sistemas de Redes – Transporte e Multiplexagem, nomeadamente, EMILIO-NG, MC-7, MGPON, PROBE_PON, PackeTPad e tecnologias xWDM e FTTx. Actualmente faz também parte da equipa de suporte ao cliente TMN, da aplicação Netwin - Gestão de Cadastro e a Construção da Rede - da PT Inovação.

Emanuel Miranda, fez a tese de mestrado na NXP semiconductors Holanda, em 2008 e a Licenciatura em Electrónica e Telecomunicações na Universidade de Aveiro. Iniciou funções na Withus a 17 de Março de 2009 desempenhando funções de outsourcing na PT Inovação polo de Aveiro. Nesta última desenvolveu software para diversos projectos, tais como, blusão de alpinismo *Your Extreme Experiences* (YEXS), monitoria de redes GPON com o equipamento PROBE-PON e Media Converter SHDSL denominado MC7-SHDSL.

09

Aplicação de uma rede GPON no atendimento a condomínios

palavras-chave:
GPON, FTTH, TRIPLE-PLAY, RF Overlay,
IPTV, VOIP, OLT, ONT, Fibra Óptica



Anderson Baccas



Marcelo Aliende



Nuno Filipe Monteiro



Pablo Sanches

A tecnologia GPON oferece largura de banda e alcance adequados para mais aplicações do que o simples acesso residencial ou comercial. Outra aplicação potencial inclui o uso do GPON nas redes *backhaul* dos operadores móveis. Tal aplicação compartilha características comuns com as aplicações tradicionais quanto às distâncias de atendimento, largura de banda variável, mas que quando agregadas chegam a alguns *Giga-bits* por segundo, e a necessidade de transportar todo o tráfego remoto até um ponto central para processamento.

Este artigo compara a GPON com outras tecnologias de acesso e as avalia em relação a capacidade, custos de equipamentos e uso da fibra.

1. Introdução

Com o crescimento da demanda por serviços *triple-play* (telefonía, Internet banda larga e TV), as Constructoras e Incorporadoras passam a ter de considerar o uso de modernas tecnologias de infra-estrutura que atendam esta necessidade.

Durante muito tempo, a tecnologia do par metálico foi dominante. Atualmente, devido à diminuição de custo dos principais componentes de uma rede de fibra óptica, tornou-se possível a utilização deste meio de transmissão até a casa dos clientes.

Desta forma, arquitetos, engenheiros e outros profissionais ligados à indústria da construção civil precisam cada vez mais adequar seus conhecimentos para projetar e reestruturar edificações considerando o avanço da tecnologia das telecomunicações.

A tecnologia deve ser prevista já no projeto, considerando o uso de cabos estruturados de fibra óptica que permitem a transmissão de dados em altíssima velocidade.

A introdução de redes de banda larga em condomínios permite também a concretização do conceito do condomínio inteligente, introdução de segurança, controle de acessos de pessoas e veículos, elevadores e escadas rolantes com gerenciamento informatizado e detecção e alarme de incêndio automatizado.

A fibra óptica não é novidade, todavia o FTTH permite democratizar o seu uso. Genericamente, devido ao enorme salto de largura de banda, possibilita:

- > 3D TV e *gaming*;
- > FULL HD;
- > Internet TV;
- > Sistemas de vigilância de Próxima Geração;
- > Internet-enabled house appliances;
- > Cloud computing/storage;
- > Colaboração virtual;
- > Telecommuting;
- > Video-conference HD;
- > Acesso remoto a aplicações corporativa
- > E-saúde;
- > E-educação;
- > E-segurança;
- > Comunidades ligadas.

O conceito é simples, a fibra óptica é levada até as residências, em substituição aos cabos de cobre ou cabos coaxiais (utilizados em televisão a cabo). As residências são conectadas a um ponto de presença da operadora de serviços de telecomunicações.

1.1. História do GPON

Os primeiros estudos em arquiteturas que permitissem o uso eficiente da fibra na rede de acesso começaram na década de 90 e foram feitos pelo FSAN (*Full Service Access Network*), um grupo formado pelos principais fornecedores de sistemas e pro-

vedores de serviços de telecomunicações. O ITU-T (*International Telecommunications Union*) prosseguiu com o trabalho e apresentou, em 1998, o padrão G.983 baseado em ATM, e por isso chamado inicialmente de APON (ATM PON), mas que na versão final do documento foi chamado de BPON (*Broadband PON*). Uma rede APON/BPON entrega 622 Mbps (STM-4) no *downstream* e 155 Mbps (STM-1) no *upstream*.

As redes APON/BPON começaram a dar sinais de deficiência no pleno atendimento aos novos requisitos de largura de banda e serviços exigidos pelo mercado e isso levou ao lançamento de duas novas versões de redes PON – uma no IEEE e outra no ITU-T. Os membros do IEEE apresentaram em 2004 uma rede PON baseada em frames *Ethernet*, o padrão EPON ou GEPON (Gigabit Ethernet PON), ou IEEE 802.3ah, que permite taxas simétricas de 1Gbps no *downstream* e no *upstream*. O ITU-T adotou um novo padrão que, de certa forma, é uma evolução do anterior APON/BPON. Esse padrão é o G.894 e foi chamado de GPON (Gigabit PON). No GPON a taxa de *downstream* é de 2,488 Gbps e a taxa de *upstream* é de 1,244 Gbps. Com o GPON todos os serviços são mapeados na rede PON usando ou ATM ou uma variação do GFP (*Generic Frame Procedure*) para SDH/SONET conhecida no mundo GPON como GEM (*GPON Encapsulation Method*). Com GEM, todos os serviços são mapeados na rede GPON na sua forma nativa, significando que é possível transportar circuitos TDM (E1, por exemplo) através da rede PON usando os tradicionais quadros e sincronismo SDH, enquanto se transporta serviços de vídeo e circuitos *Ethernet* ao mesmo tempo. O resultado é uma rede altamente eficiente usando baixo *overhead*

Tecnologia	APON/BPON	EPON/GEAPON	GPON
Padrão	ITU-T G.983	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984
Tamanho do quadro	53 bytes	1518 bytes	De 53 a 1518 bytes
Largura de Banda Máxima	Downstream: 622Mbps Upstream: 155Mbps	1.2 Gbps Simétricos	Downstream: 2,4Gbps Upstream: 1,2Gbps
Modos de Tráfego	ATM	Ethernet	ATM, Ethernet ou TDM
Voz	ATM	VoIP	VoIP ou TDM
Vídeo	RF Overlay	RF Overlay	RF Overlay ou IPTV
Classes ODN Suportadas	A, B e C	A e B	A, B e C
Número Máximos de Splits	32	16	64

Tabela 1 - Comparação entre as tecnologias PON

e tráfego a velocidades de até 2.5Gbps.

2. Descrição do sistema ou solução

2.1. Arquitetura do sistema

Uma rede PON é uma rede ponto-multiponto na qual *splitters* passivos permitem que uma única fibra atenda a múltiplos clientes. Essa arquitetura da rede de acesso recebe diferentes nomes, como FTTN, FTTC, FTTB ou FTTH. As diferenças entre as diferentes arquiteturas residem na porção e alcance da fibra usada em cada arquitetura. A seguir explicaremos as diferenças básicas entre cada arquitetura:

- > **FTTN – Fibre to the Node** - quando a fibra é terminada num armário de rua que está a mais de 300 metros da casa do assinante. A parte final da rede é baseada em pares de cobre.
- > **FTTC – Fibre to the Curb** - similar à arquitetura FTTN mas nesse caso o armário de rua está mais perto da casa do assinante, numa distância inferior a 300m.
- > **FTTB – Fibre to the Building** - quando a fibra é terminada dentro de um prédio, condomínio ou outro tipo de instalação que não o local final de uso dos serviços transportados por essa rede de acesso.
- > **FTTH – Fibre to the home** - quando a fibra é terminada no espaço final para uso dos serviços transportados pela rede de acesso.

2.2. Componentes da rede de acesso

Uma rede de acesso FTTx é formada basicamente pelos seguintes elementos:

ODN (Optical Distribution Network)

A ODN, no contexto de redes PON, é a distribuição, na forma de árvore, das fibras na

rede de acesso complementada com outros dispositivos ópticos passivos, como *splitters* e filtros, por exemplo.

OLT (Optical Line Termination)

Um dispositivo que termina a parte comum da rede ODN, chamada de *root*, implementa um protocolo PON específico, como o GPON, e faz a interface entre a informação enviada dentro da rede a rede e o usuário final. O OLT implementa também funções de gerenciamento e manutenção para a rede GPON.

ONT (Optical Network Termination)

Um dispositivo individual instalado em cada um dos pontos de terminação – *leafs* – da rede ODN, implementa o mesmo protocolo do OLT e faz a interface entre a informação enviada entre o usuário final e a rede.

Para o correto dimensionamento da solu-

ção de transporte, algumas variáveis importantes devem ser levadas em consideração:

- > Localização Geográfica dos lotes (distâncias);
- > Pontos Estratégicos para Instalação dos *splitters*;
- > Tipo de *splitters* utilizados (conectorizado ou não, tipos de divisores, etc.);
- > Especificações da fibra óptica e conectores;
- > Entrega da fibra óptica (abordagem) para o assinante.

Com estes dados em mãos, é possível partir para a próxima etapa, que trata do cálculo dos níveis de potência óptica recebidos pelas ONT/ONU. De uma forma bastante simplificada, a diferença do nível de potência transmitido pela OLT da potência recebida pelas ONT/U não deve ser superior a 28 dB (ex: se a OLT transmite 0 dBm, o nível de potência mínimo aceitável pela ONT não poderá ser inferior a -28 dBm)

Para resultados precisos, todos os detalhes da rede passiva devem ser considerados nos cálculos ópticos, incluindo a perda por distâncias, *splitters*, conectores, etc., sempre considerando-se uma margem de segurança para eventuais fusões corretivas e envelhecimento da fibra e componentes ópticos. É conveniente assegurar uma margem de segurança de 2 a 3 dB para estes cálculos. A Figura 4 ilustra um exemplo de cálculo de potência óptica para uma rede GPON.

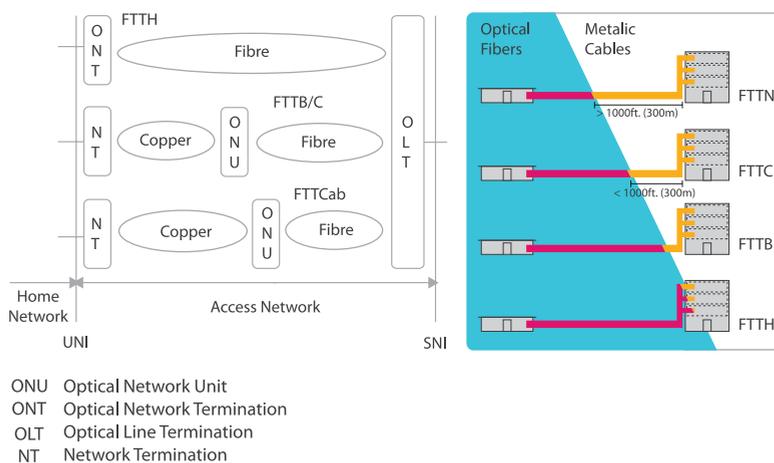


Figura 1 - Arquitetura de Rede



Figura 2 - Vista do OLT



Figura 3 - Vistas do ONT

neamente, fornecendo diferentes opções de serviços diretamente ao usuário.

Na solução de internet é necessária a instalação de um router para receber o link do provedor de internet e distribuí-lo aos usuários. O switch terá o papel de ser o elemento concentrador da rede e fará a interligação entre todos os elementos que a compõem. A figura 5 ilustra este modelo.

2.4. Serviço de telefonia sobre GPON

A solução de voz mais comum para condomínios consiste em se adquirir da companhia de telefonia local um canal de voz TDM, com um grupo de ramais DDR, que serão distribuídos aos usuários. Para esta solução é necessário um PABX para receber o canal de voz da operadora e um VoIP Gateway, para converter o sinal TDM de voz em dados, a fim de que seja transportado pela fibra óptica. Eventualmente poderá optar-se pela utilização de um PABX-IP, que desempenhará as funcionalidades de PABX e VoIP Gateway em um único equipamento. O SIP Server tem a finalidade de controlar o roteamento das ligações VoIP internas e externas. O usuário poderá optar entre utilizar um telefone convencional conectado à porta FXS da ONT ou

utilizar um telefone IP conectado a uma porta Ethernet da ONT. A Figura 6 ilustra esta solução:

Eventualmente poderá optar-se pela contratação do serviço de telefonia VoIP diretamente da operadora, evitando dessa forma a utilização do sistema PABX-IP.

2.5. Solução de TV - RF Overlay ou IPTV?

Os serviços de vídeo evoluíram rapidamente ao longo dos últimos anos, passando dos sinais analógicos aos sinais de alta definição com funcionalidades interativas e sob demanda. Ao passo que novos métodos de compressão, como MPEG-4 AVC, baixam os requisitos de banda, o aumento da oferta de canais HD combinado com o aumento de aparelhos por residência acabam por puxar para cima essa demanda. Hoje muitos operadores calculam que a demanda seja de 28 a 35 Mbit/s por residência, para que serviços de internet, download de vídeos, jogos e TV sejam atendidos com comodidade. A tendência, no entanto, indica que no curto prazo essa demanda seja de 100 Mbit/s.

RF Overlay é a solução mais comum, amplamente utilizada por condomínios. A so-

Entretanto, um projeto de rede FTTH para condomínios não se resume aos equipamentos de transporte. Muitos outros elementos devem ser considerados durante a elaboração de um projeto como este, de modo a obter-se como resultado final, uma rede de alta performance e livre de falhas. Estamos falando dos serviços entregues ao usuário. Inicialmente, para um condomínio atendido por fibra óptica, três serviços distintos devem ser considerados:

- > Internet;
- > Telefonia;
- > TV.

A união destes três serviços básicos em um único pacote disponível ao usuário pela fibra óptica é o que comercialmente denomina-se *Triple-Play*.

2.3. Serviço de Internet Sobre GPON

Para fornecer o serviço de internet ao usuário, é essencial que ao menos um provedor de internet faça a abordagem ao condomínio. Este link poderá ser contratado pelo condomínio e distribuído internamente como parte dos benefícios para os condôminos, mas também pode-se optar que o condomínio forneça apenas a estrutura de transporte, de modo que diferentes provedores possam abordá-lo simulta-

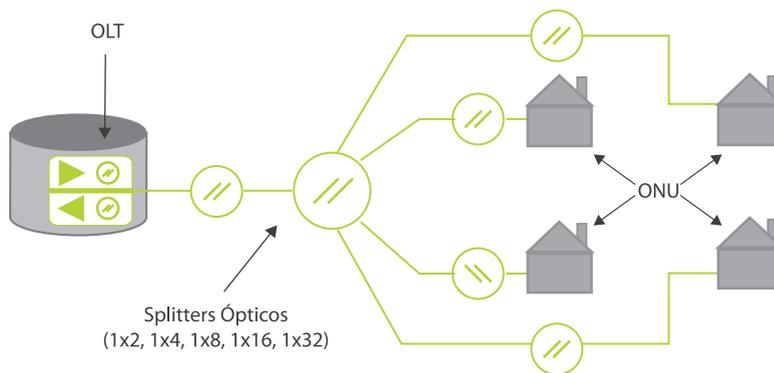


Figura 4 - Exemplo da utilização dos splitters

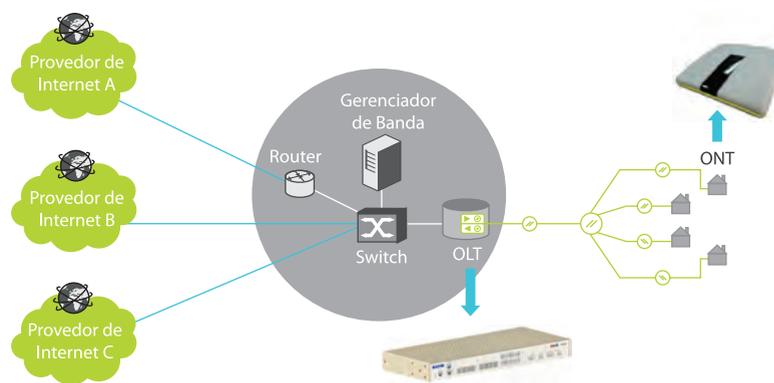


Figura 5 - Serviço de Internet Sobre GPON

lução consiste em converter o sinal de TV elétrico recebido da operadora para óptico, de modo que este possa ser transportado pela fibra juntamente com o sinal da OLT.

Este serviço requer, além da contratação do serviço de TV a Cabo, a utilização dos seguintes componentes:

- > Modulador Óptico;
- > Amplificador EDFA;
- > Mux WDM.

A Figura 7 ilustra esta solução.

IPTV é a nova tecnologia de TV pela internet. Há diversas formas de fornecimento deste tipo de serviço, dependendo do provedor escolhido. No entanto, este produto ainda não é amplamente distribuído pelas operadoras e a grande maioria ainda está em fase experimental. Os recursos a serem adquiridos irão depender de como o serviço será oferecido pelo provedor; em muitos casos, poderá compartilhar o link de Internet. Neste caso, esses detalhes irão influenciar na escolha do router adequado para transmissões de *streamings* de vídeo sobre IP. Além disso o usuário deverá adquirir um equipamento *Set Top Box* compatível com o *middleware* da operadora. A Figura 8 ilustra a solução de IPTV.

As soluções RF Overlay e IPTV não são conflitantes, portanto podem ser implementadas simultaneamente sobre a rede FTTH, entretanto a implementação simultânea tende a encarecer o projeto (investimento nos componentes de RF Overlay e também IPTV).

2.6. Vídeo-vigilância

Os sistemas de vídeo vigilância (CCTV) são uma das melhores e mais eficazes formas de proteger a sua moradia, como a segurança é um dos principais fatores de interesse de quem mora em um condomínio, podemos utilizar da infra-estrutura do GPON para transportar os sinais de vídeo da câmera para uma central de controle, podemos utilizar de câmeras comuns com controle de ângulo por *joystick* através de sinais "seriais" ou ainda utilizar de modernas câmeras IP com controle por *software*.

2.7. Sensores perimetrais

E por falar em segurança, podemos com a infra-estrutura do GPON fazer a segurança perimetral de um condomínio, para isso basta interligarmos nos sensores perimetrais a rede GPON e transportar a informação até uma central de operações.

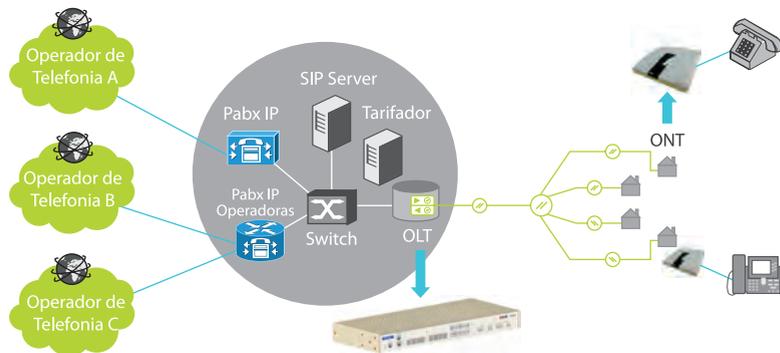


Figura 6 - Serviço de Internet Sobre GPON

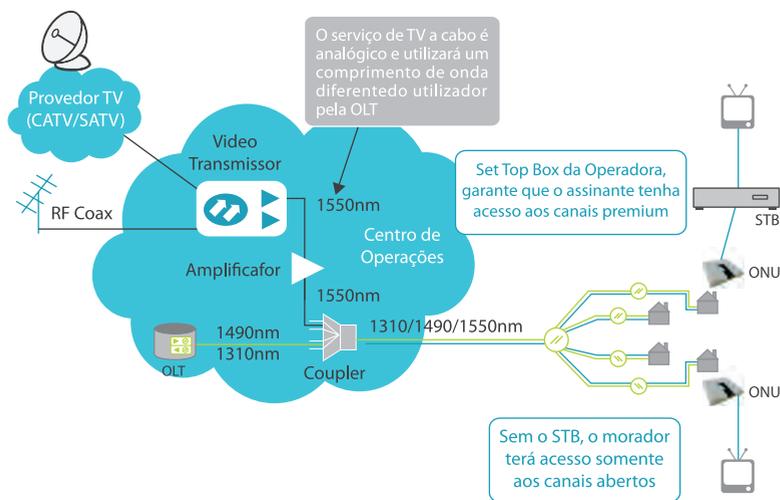


Figura 7 - RF Overlay

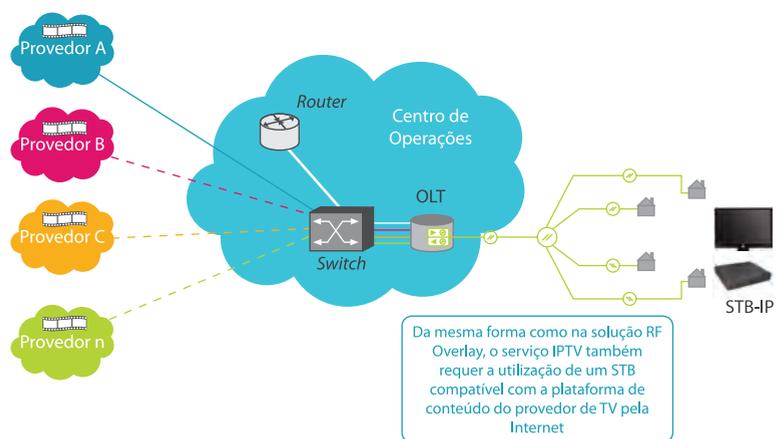


Figura 8 - RF Overlay

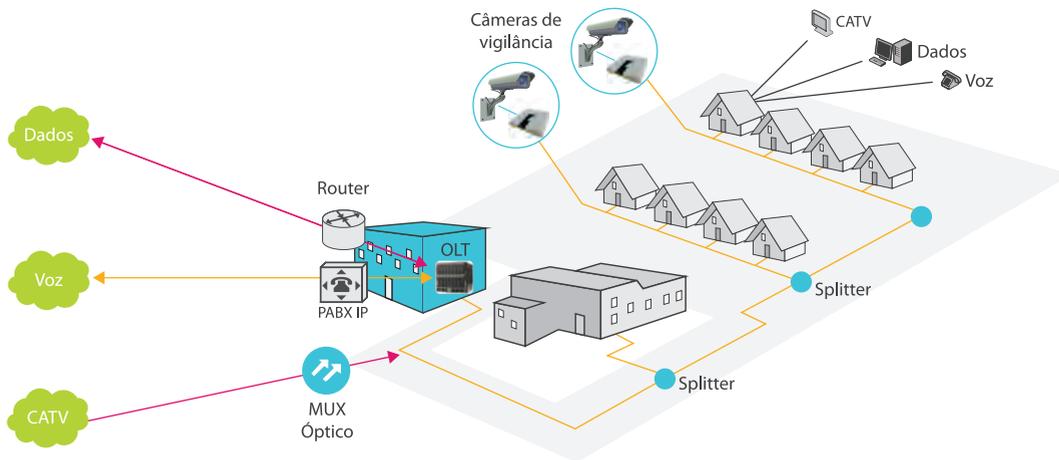


Figura 9 - Vídeo-vigilância

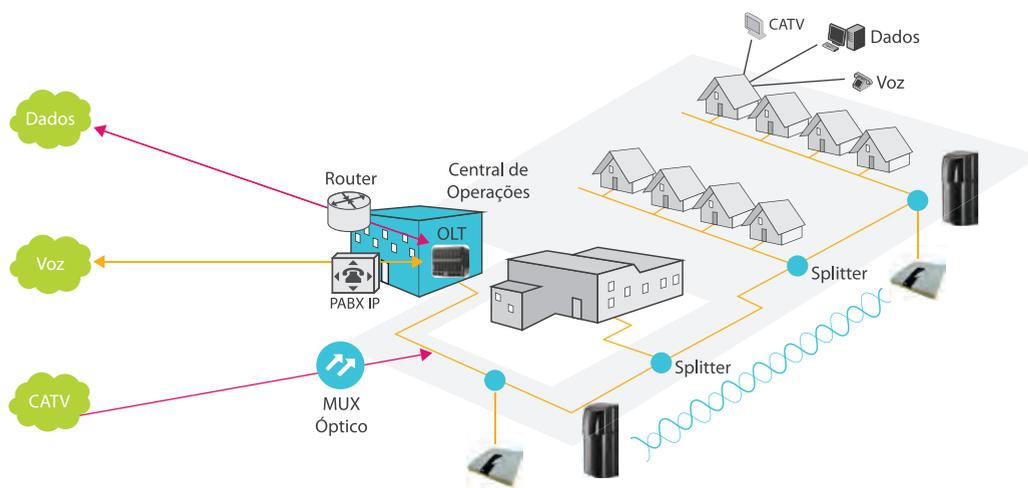


Figura 10 - Sensores Perimetrais

3. Importância para os negócios do Grupo PT

Não sendo possível prever a evolução dos novos serviços, mas reconhecendo-se o interesse dos consumidores em dispor de débitos mais elevados (no mínimo 40-50 Mbit/s), só será possível ir ao encontro destas suas necessidades através de novas soluções com integração de fibra óptica na rede. De fato, as redes de cobre esgotaram na prática a sua capacidade de evolução.

O fato da Portugal Telecom, e da PT Inovação em particular, ter obtido *know-how* na idealização, execução e operação de uma rede FTTH em Portugal, permite expandir esse aprendizado para condomínios – com equipamentos e serviços idealizados para essa realidade. Tal representa um novo nicho de mercado que pode e deve ser explorado.

4. Conclusões

Para além dos avanços tecnológicos, que a tecnologia GPON reconhecidamente oferece, os investimentos iniciais na implementação de uma rede FTTH dificilmente se justificam para o fornecimento de serviços convencionais de voz e internet. As redes GPON estão muito ligadas a entrega de serviços *triple play*, onde a inclusão de sinais IPTV ou RF abrem caminho para um novo modelo de negócio, justificando os investimentos iniciais.

Clientes de condomínio pretendem adquirir a casa de sonho – comodidade, todos os serviços nas proximidades, *home-office*, entretenimento, informação, saúde, segurança – já integrados na compra da casa. O serviço de telecomunicações é considerado *commodity* para esta faixa de mercado, pelo que nada abaixo do *triple-play* pode ser ofertado.

Tal aplicação compartilha características comuns com as aplicações tradicionais, quanto às distâncias de atendimento, largura de banda variável, mas que quando agregadas chegam a *Gigabits* por segundo, e a necessidade de transportar todo o tráfego remoto até um ponto central para processamento.

O modelo atual de infra-estrutura de telecomunicação não atrai estes clientes. O cliente quer comprar a casa e não se preocupar com futuras adequações na infra-estrutura para o fornecimento de novos serviços. Nesse sentido, uma infra-estrutura de fibra é um investimento à prova de futuro.

Referências

- [1] www.redorbit.com/news/technology/68526/pon_history/index.html
- [2] www.ftthcouncil.org/en/knowledge-center
- [3] G.984.1 - Gigabit-capable passive optical networks (GPON): General characteristics.
- [4] www.teleco.com.br

Anderson Baccas, Engenheiro Eletricista formado pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC). Atua em redes de transmissão desde 1998. Faz parte do grupo de colaboradores da PT Inovação desde 2005, tendo participado da implantação das primeiras redes SDH em São Paulo, Rio de Janeiro e no primeiro projeto do MAIS para o Brasil, é parte integrante da Equipe de Pré-Vendas da Portugal Telecom Brasil desde maio/2009.

Marcelo Aliende, Engenheiro Eletricista formado pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC). Atuando na Equipe de Pré Vendas da Portugal Telecom Brasil desde Jan/2010. Possui experiência em projetos de redes de telecomunicações, tendo atuado em projetos de backbone IP/MPLS, Redes de transporte baseadas em MPLS over SDH. Redes de dados para Utilities (rodovias & cidades digitais) e projetos GPON para atendimento a condomínios.

Nuno Filipe Monteiro, Engenheiro da Portugal Telecom Inovação desde 2001. Licenciado em Engenharia Electrotécnica, pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (2001). Possui um Master of Science in Electrical Engineering, pela Columbia University, New York, (2006) onde foi bolseiro Fulbright. Participou no desenvolvimento da linha de produtos VIDEOPOINT, EMILO e GPON da PT Inovação. Encontra-se desde 2009 na Portugal Telecom Inovação Brasil, ao abrigo do programa SWAP, desempenhando funções de Coordenador de Desenvolvimento.

Pablo Sanches, Graduado em Engenharia Elétrica pela Faculdade de Engenharia Industrial (FEI) e pós graduado em Engenharia de Redes e Sistemas de Telecomunicações pelo Instituto Nacional de Telecomunicações, INATEL. Atuando desde 2000 no segmento de telecomunicações, ingressou como Engenheiro da PT Inovação em 2003, onde esteve envolvido com os primeiros projetos de Infraestrutura de redes implementados no Brasil. Trabalha atualmente como gerente da área de Pré-Vendas de Sistemas e Infraestruturas de Rede.

10

Resolução de nomes e privacidade em serviços web2.0. Uma nova abordagem ao DNS

palavras-chave:
web2.0, Resolução de nomes, Identificadores,
Privacidade, Semântica



Nuno Rosa
(UA)

Ricardo Azevedo
(PTIN)



Pedro Santos
(PTIN)

Francisco Fontes
(PTIN)

A evolução que se tem vindo a verificar em áreas como “*semantic web*”, “*web services*”, “*trusted computing*” e “*digital identity*”, entre outros, misturado com a procura por privacidade, têm imposto um novo conjunto de requisitos para a arquitectura de resolução e descoberta de nomes e identificadores, numa Internet, que se espera mais ubíqua e amigável do ponto de vista da utilização e da privacidade da informação que diz respeito a cada indivíduo.

Um dos requisitos mais importantes é a necessidade de uma nova camada, que inclua identificadores abstractos, únicos, persistentes e que tenha em consideração questões de segurança e privacidade, claramente afastados do DNS actual.

Neste sentido o OASIS tem vindo a especificar um conjunto de normas que descrevem um novo modelo de resolução de nomes – XRI/XDI (*eXtensible Resource Identifier/XRI Data Interchange*) – que introduz uma nova camada abstracta e uniforme que teoricamente pode ser aplicada a todos os elementos de uma rede de telecomunicações (desde recursos (documentos) *web* até aos tradicionais números de telefone).

A especificação XRI assenta em três vectores básicos:

- > Simplificar a ligação entre pessoas e organizações, máquinas e recursos (documentos *web*, por exemplo);
- > Suportar *links* persistentes, mesmo que pessoas ou organizações se modifiquem e independente da localização geográfica dos recursos;
- > Endereçar questões de privacidade, confiança e segurança que hoje se apresentam como um ponto fraco na rede actual.

Este artigo discute os problemas actuais relacionados com a resolução de nomes e identificadores e apresenta uma nova arquitectura, em discussão no OASIS, que tenta dar resposta aos problemas actuais. Como instanciação e exemplo do funcionamento da arquitectura, descreve-a como solução para alguns dos problemas actuais de serviços Web 2.0 - redes sociais.

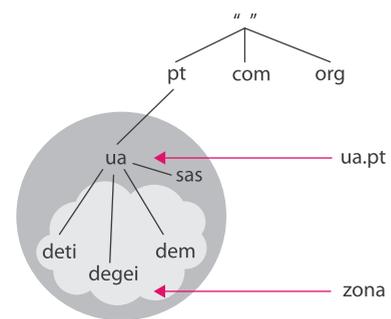


Figura 1 - Domain name space

1. Introdução

A primeira arquitectura de resolução de nomes [1] surgiu na rede ARPANET quando esta ainda continha apenas cerca de uma centena de máquinas. Mesmo um número tão reduzido tornava impraticável decorar todos os endereços das máquinas disponíveis na rede. A solução da altura foi uma arquitectura centralizada que continha todos os mapeamentos endereço-*hostname* num ficheiro (*host.txt*) situado num servidor administrado pelo *Network Information Center do Stanford Research Institute* (SRI-NIC). Para garantir a consistência na rede, cada máquina mantinha uma cópia local actualizada regularmente. Para cada nova máquina o registo era delegado para quem detinha autoridade sobre o ficheiro *master*.

No início dos anos 80 o número de máquinas na rede subiu muito rapidamente, o que veio demonstrar os problemas de escalabilidade da solução; elevado tráfego, colisão de nomes, consistência e dependência de um ponto central criando assim a necessidade de repensar e criar de raiz um novo sistema.

Inicialmente a resolução de nomes e identificadores estava, simplesmente, associada à localização física de máquinas na Internet. No entanto, para além desse objectivo, tem sido evidente a necessidade de resolver identificadores associados a outro tipo de recursos, os quais o DNS não suporta de

maneira fácil e intuitiva, por exemplo documentos digitais, identidades, entre outros.

Muitos dos serviços disponibilizados na Internet lidam com informação sensível sendo a sua confidencialidade e autenticidade um assunto da maior importância. Ao longo dos anos têm sido desenvolvidos esforços para garantir maior segurança e fiabilidade no DNS com extensões como o DNSSEC [3], no entanto, para além de apenas garantir autenticidade não está ainda disseminado, implementado globalmente, estando restrito a zonas estanques [22].

Continuar a transmitir a informação da resolução sobre UDP, mesmo com as extensões ENDSO [4], é uma limitação. Com a introdução do DNSSEC e do IPv6 é previsível que as mensagens aumentem de tamanho e encorajar o uso de TCP/IP não é solução desejável.

Uma possível solução é aliviar as responsabilidades do DNS numa camada superior de abstracção mais apropriada a uma arquitectura *user-centric* e que simultaneamente permita interoperabilidade com soluções já implementadas que tentam resolver os problemas atrás referidos. Essa solução pode passar pela "XRI/XDI framework" desenvolvida sob a alçada da OASIS [5]. Este artigo descreve a Framework XRI/XDI apresentando um cenário concreto da sua aplicação na resolução de problemas actuais relacionados

com privacidade e gestão de identidades.

2. Domain Name System (DNS)

O DNS [2] surge, apresentando-se como uma arquitectura distribuída e hierárquica desenhada com o objectivo de resolver os problemas da solução que reinava na ARPANET no início dos anos 80. O modelo tem uma estrutura em árvore invertida que facilita a criação de hierarquias e distribuição da informação, chamado *domain name space* como descrito na Figura 1.

Deixando fora do artigo uma explicação exhaustiva do protocolo DNS, apresentamos de seguida um conjunto de características que fazem do DNS o protocolo de resolução utilizado há mais de 20 anos.

Consistência

O *domain name space* é distribuído hierarquicamente e pode ser subdividido em várias partes (*domain names*). Esta hierarquia permite que haja consistência da informação, garantindo ao mesmo tempo identificadores únicos para cada recurso dentro de uma zona administrativa.

Escalabilidade

O DNS é uma arquitectura cliente-servidor de forma distribuída sendo possível delegar a administração de uma zona do *domain name space* a outra entidade retirando assim carga de entidades administrativas a montante.

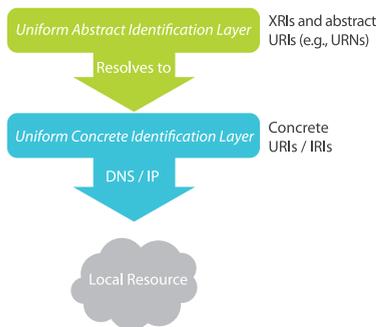


Figura 2 - Camada de abstração [8]

```
(IRI) http://blog.john.com/contact/
(XRI) xri://=john/contact
```

Exemplo 1

Eficiência

Sendo um sistema distribuído a maioria dos pedidos de resolução são resolvidos através de uma entidade local, esta implementa mecanismos de *caching* permitindo que não seja necessário contactar elementos acima na hierarquia para resolver pedidos resolvidos anteriormente. No entanto se estas entradas residissem para sempre na cache o problema da consistência dos dados voltaria a colocar-se, assim a cada entrada também está associado um parâmetro *time to live* (TTL) que define qual a sua validade temporal.

3. Framework XRI/XDI

3.1. Extensible Resource Identifier (XRI)

XRI é um esquema, compatível com a especificação IRI [6], desenvolvido pelo OASIS XRI Technical Committee [7] que define uma linguagem para identificadores abstractos *semantic aware* e independentes de protocolo, domínio, localização ou aplicação. Esta abstracção é ilustrada na figura 2.

A comparação no exemplo 1 entre um IRI e XRI demonstra a separação entre protocolo e identificador possível no XRI.

Os identificadores XRI dividem-se em dois, i) identificadores persistentes (*i-number*) mais adequados a serem "*machine-readable*" e ii) identificadores reutilizáveis (*i-name*) que podem ser atribuídos a outro recurso em qualquer momento.

O processo de resolução de um identificador XRI, semelhante à solução distribuída do DNS é um processo cliente-servidor e resulta na descrição do recurso encapsulada numa estrutura XML de nome Extensible Resource Descriptor (XRD) [9], permitindo

do a interacção entre recursos desconhecidos com interfaces conhecidas. Isto permite a resolução de alguns dos problemas enunciados anteriormente para o DNS. Nomeadamente a autenticidade, integridade e confidencialidade da informação.

Sendo o XRD um documento XML este pode ser assinado digitalmente recorrendo à especificação XML Signature [10] garantindo ao consumidor a autenticidade e integridade da informação evitando assim ataques do tipo "*man-in-the-middle*". Por outro lado, e uma vez que o protocolo de transporte privilegiado é o HTTP – porque permite reutilizar o mecanismos de cache já implementados – garante-se a confidencialidade da informação utilizando HTTPS como protocolo de transporte.

No entanto toda a informação disponibilizada pelo descritor do recurso é pública e isso deve ser tido em conta por quem detém a autoridade sobre o identificador. Esta informação é apenas um descritor dos vários modos possíveis de interagir com este, sendo os restantes mecanismos de acesso ou autorização delegados na implementação dos interfaces disponíveis.

3.2. XRI Data Interchange (XDI)

Os últimos anos têm demonstrado uma preocupação crescente com a necessidade de a informação estar acessível a máquinas (*machine-to-machine communication*) da mesma forma que está disponível para pessoas. Para que tal aconteça há a necessidade de existir mecanismos que permitam a descoberta, contextualização e interoperabilidade entre as várias fontes. Com base nestes pressupostos têm sido feitos esforços em áreas como *Semantic Web* [11], *Linked Data* [12], entre outros. É neste contexto que surge a tecnologia XDI, ainda vista em alguns meios como uma tecnologia concorrente ao RDF[13], mas que pode ser um passo importante para a implementação do conceito de *data portability* essencial numa arquitectura *user-centric*.

O XDI é um *standard* aberto em desenvolvimento pelo OASIS XDI Technical Committee [14] que aplica os identificadores XRI de uma forma estruturada para resolver os problemas de partilha de dados, referência e sincronização independentemente do domínio, aplicação ou esquema. O objectivo é permitir que dados provenientes de qualquer fonte possam ser trocados, referenciados e sincronizados por um esquema passível de ser *machine-readable* do mesmo modo que o HTML o tem feito na Internet.

Através de *statements* XDI, é possível des-

crever qualquer informação numa forma de grafo, para tal é utilizado o conceito de dicionário, que, tal como um dicionário linguístico, contém palavras e as suas descrições, permitindo construir frases. A Figura 3 ilustra a relação entre os vários actores no modelo XDI.

Um dos aspectos importantes da especificação [16] é o mecanismo de mediação do acesso aos dados, – *Link Contract* – que também é descrito através de *statements* XDI, o que o torna totalmente endereçável e parte do grafo XDI que contém os dados. Esta característica permite que a portabilidade se faça de uma forma mais fácil. Operações sobre os dados finais do modelo XDI são realizadas através de contratos que, após um processo de negociação entre ambas as partes e assinados digitalmente, servem de mediador entre o *caller* e *callee*. Mantendo sempre um mediador para as operações, que pode ser revogado a qualquer momento, dá um maior controlo a quem é autoritário sobre certo documento. É possível verificar o mecanismo

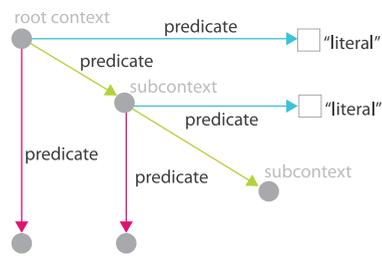


Figura 3 -XDI Graph Model [15]

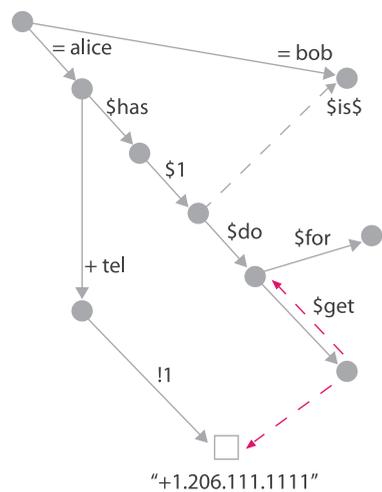


Figura 4 - Link contract pattern [15]

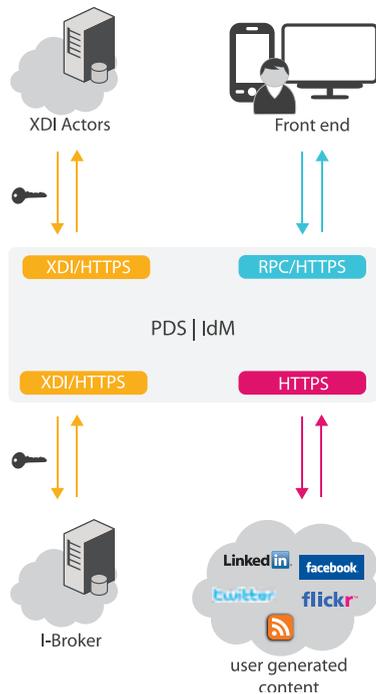


Figura 5 - Link contract pattern [15]

conceptual de acesso a um recurso na figura 4, numa representação XDI.

O nó endereçável pelo identificador `=alicehas1do get` tem 2 arcos que indicam relação (tracejado); um com o literal `+1.206.111.1111` indicando que a permissão `$ get` se aplica a `=alice+tel/!1` e outro que se aplica à secção `$do` no `linkcontract=alicehas1`. Este por sua vez tem um arco relacional que aponta para o sujeito `=bob`, indicando que faz parte do contexto do `link contract`.

Quando um `endpoint` XDI tem activados os mecanismos de `link contract` e `sender verification`, antes de retornar a informação pedida, verifica se os dados estão associados a algum `link contract`, quais as operações permitidas e por quem.

3.3. Personal Data Store (PDS)

Com o crescimento das Redes Sociais e de serviços *online*, a nossa informação privada, ou não, está cada vez mais dispersa, e fora do nosso controlo. Os mecanismos de gestão e certificação da nossa identidade *online* [17] não são, actualmente suficientes.

A visão de ecossistema de *Personal Data* baseia-se na existência de *open standards* que permitam gerir as relações e o acesso à informação entre as partes, com outras pessoas ou organizações, dando maior con-

trolo ao utilizador sobre os seus dados. Conceitos como *user-control*, federação, interoperabilidade, semântica, portabilidade, gestão de metadados, *broker services*, mecanismos de descoberta e automatismos fazem parte dos requisitos de um cenário PDS.

4. Cenário de aplicação

Actualmente são inúmeros os serviços denominados por redes sociais e apesar de alguma integração entre elas continuam a funcionar como ambientes semi-fechados. Um cenário em que todas estas “comunidades” estejam verdadeiramente interligadas ainda parece um cenário distante embora estejam a surgir alguns projectos como o *Diaspora* [18], *One Social Web* [19] ou *Personal Data Store* [20] que assumem esse objectivo.

Esta secção apresenta uma proposta mais conservadora para a possibilidade de agregar os vários conteúdos relacionados com o utilizador assim como o seu acesso utilizando XRI/XDI.

4.1. Arquitectura

A Figura 5 representa a arquitectura proposta e os componentes intervenientes.

I-Broker

Este componente permite ao utilizador que obtenha um identificador único e universal (XRI), e.g. `http://www.fullxri.com`, essencial à agregação dos vários serviços. Ao identificador é associado um certificado digital numa estrutura PKI permitindo a garantia de autenticidade na troca de mensagens e assinatura de *link contracts*.

É este o componente que resolve os identificadores XRI sobre os quais detêm autoridade, participando na descoberta do(s) PDS de outro utilizador.

PDS

Como discutido no ponto 3, não é obrigatório que toda a informação relacionada com o utilizador esteja no mesmo PDS *provider*, pode estar numa federação de vários. Por exemplo os dados de identificação num serviço disponibilizado pelo Estado e os contactos num serviço do ISP.

Informação fora do mundo XDI, blogs, Facebook, Twitter, entre outros, é acedida através de um módulo específico no PDS e mapeada numa representação XDI para cada serviço.

Devido à diferente representação da informação assim como diferentes processos de autenticação torna-se necessário o de-

envolvimento de um novo módulo no PDS para cada; excepção feita a serviços que compartilhem uma representação comum mesmo que não XDI, e.g. *Activity Streams* [21].

XDI actors

Aplicações externas ao sistema, podem comunicar com o serviço através de um `endpoint` XDI, o acesso é mediado através do mecanismo de *Link Contract*. As mensagens têm de estar assinadas digitalmente para identificar quem faz o pedido e apenas pode realizar as operações sobre os dados autorizados pelo utilizador através do `front end` do PDS.

Front end

Através deste elemento é possível ao utilizador gerir os seus dados e autorizações a partir de um interface *web* que comunica com o servidor recorrendo a chamadas remotas.

4.2. Use Cases

Criar um utilizador

(1) É pedido ao utilizador qual o identificador XRI que tenciona associar e a *password* de acesso ao *I-Broker*. (2) O servidor faz um pedido de resolução para descobrir qual o `endpoint` XDI do *I-Broker*. (3) Contacta o *I-Broker* para obter a chave privada do XRI e o sinónimo persistente do identificador, *i-number*. (4) Envia uma mensagem XDI para adicionar um nó *Service*, com o *Type* correspondente, no resultado XRD da resolução apontando para o seu `XDI endpoint`. (5) Cria o utilizador.

Adicionar um serviço

Dependendo do serviço a adicionar os passos efectuados são diferentes. Se for uma *RSS feed* de um *blog* apenas pede, ao utilizar, qual o URL correspondente. Enquanto que, por exemplo, para adicionar um conta

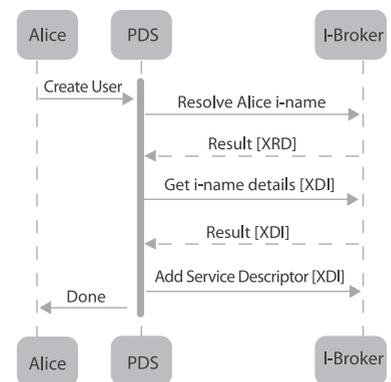


Figura 6 - Criar um utilizador

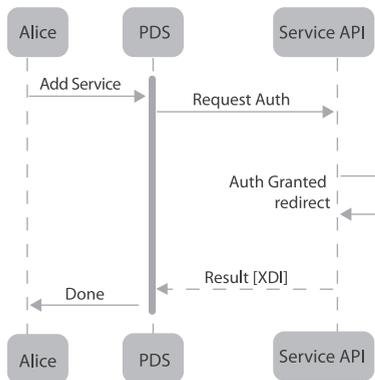


Figura 7 - Adicionar um serviço

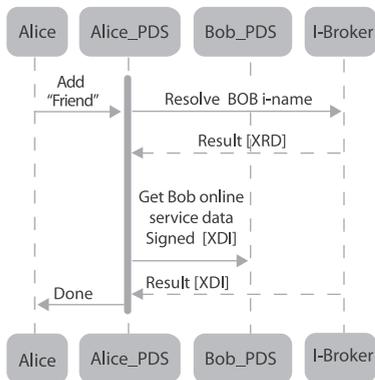


Figura 8 - Adicionar uma fonte

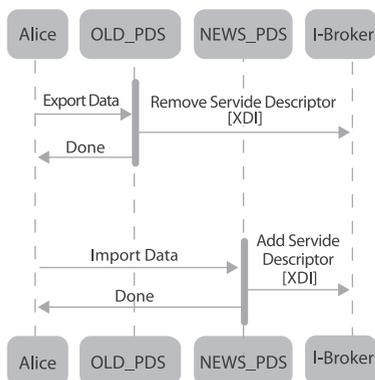


Figura 9 - Mudança de PDS provider

de twitter, é necessário uma negociação OAuth [23] para receber o token de acesso.

Adicionar uma fonte (amigo)

(1) É pedido o XRI da fonte. (2) Faz um pedido de resolução para descobrir qual o *i-number* e PDS *endpoint* correspondente. (3) Efectua um pedido XDI ao PDS da fonte,

devidamente assinado, para ler informação relacionada com os serviços que suporta (identificadores específicos de cada serviço). O utilizador designado como fonte pode não querer ter essa listagem pública e tal não é possível mas pode no entanto ser notificado de quem tentou aceder e garantir autorização.

Agregar conteúdo

Ao receber a informação dos vários serviços é possível agregar por fontes, adicionadas previamente, pois os identificadores específicos de cada serviço são conhecidos do *use case* anterior.

Mudança de PDS provider

Em qualquer altura deve ser possível migrar para outro *provider*. (1) A informação referente ao utilizador, incluindo autorizações, é exportada na sua representação XDI sob a forma de "X3 Standard" para um ficheiro de texto. (2) Contacta o *I-Broker* para remover o apontador do seu XDI *endpoint*. (3) É pedido ao utilizador o seu identificador XRI e o ficheiro exportado. (4) Envia uma mensagem XDI para adicionar um nó "Service", com o "Type" correspondente, no resultado XRD da resolução apontando para o seu XDI *endpoint*. (5) Cria o utilizador. Eventualmente a exportação do ficheiro pode ser opcional se optar por fazer a transferência directa entre os 2 *providers* assinando o pedido com a chave privada associada ao XRI.

5. Conclusões

A segurança dos dados disponibilizados electronicamente e a forma como são tratados são actualmente preocupações crescentes. Esta preocupação coloca ISP e operadores bem posicionados para fazerem parte da solução. Já existe à partida um contrato real estabelecido com o cliente, maior confiança, sendo este tipo de serviço uma mais-valia para os serviços já comercializados pelo operador.

A solução apresentada recai sobre o que tem maior viabilidade no curto prazo, enquanto a tecnologia XDI não tem ainda uma especificação mais estável, o que tem retraído o seu suporte e o aparecimento de serviços com base nesta tecnologia. No entanto, é admissível que no futuro possa ser utilizada para mecanismos mais práticos como a relação entre utilizador e prestador de serviços. A Amazon, por exemplo, poderia ter acesso a informação relevante do utilizador - e.g. quais os livros que o utilizador já leu, morada de envio, entre outras - sempre sincronizada para prestar um melhor serviço mas que poderia ser revogada a qualquer momento pelo utilizador.

O controlo de quem é dono da informação será essencial no futuro.

Referências

- [1] Feinler, E., Harrenstien, K., Su, Z. & White, V., RFC810 DoD Internet host table specification, Março 1982.
- [2] Mockapetris P., RFC1035 Domain names – implementation and specification, Novembro 1987.
- [3] Arends, R., Austein, R., Larson, M., Massey, D. & Rose S., RFC4033 DNS Security introduction and requirements, Março 2005.
- [4] Vixie, P. (1999). RFC2671 - Extension mechanisms for DNS (EDNS0), Agosto 1999.
- [5] Organization for the Advancement of Structured Information Standards: <http://www.oasis-open.org>, Setembro de 2010.
- [6] Duerst, M. & Suignard, M., RFC3987 Internationalized Resource Identifiers (IRIs), Janeiro 2005.
- [7] OASIS Extensible Resource Identifier (XRI) TC: <http://www.oasis-open.org/committees/xri/>, Setembro 2010.
- [8] Reed, D., McAlpin, D., Labalme, F., Lindelsee, M. & Wachob, G., An introduction to XRIs. Working Draft 04, Março 2005.
- [9] Davis, P., Reed, D., Hammer-Lahav, E. & Norris, W., Extensible Resource Descriptor (XRD). Committee Specification 01, Julho 2010.
- [10] D. Eastlake, J. Reagle, D. Solo, F. Hirsch, T. Roessler. XML Signature Syntax and Processing [<http://www.w3.org/TR/xmlsig-core/>]. W3 Recommendation, 2008.
- [11] W3C Semantic Web Frequently Asked Questions [<http://www.w3.org/2001/sw/SW-FAQ/>], Setembro 2010.
- [12] Berners-Lee T., Linked Data [<http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData/>], Setembro 2010.
- [13] Manola, F., Miller, E. & McBride, B., RDF Primer [<http://www.w3.org/TR/rdf-primer/>]. W3C Recommendation, Fevereiro 2010.
- [14] OASIS XRI Data Interchange (XDI) TC: <http://www.oasis-open.org/committees/xdi/>, Setembro 2010.
- [15] Reed, D., New view of XDI graph model [http://www.oasis-open.org/committees/document.php?document_id=39382]. V1, Setembro 2010.
- [16] Reed, D. & Sabadello, M., The XDI RDF Model [<http://wiki.oasis-open.org/xdi/XdiRdfModel>]. V14, Janeiro 2010
- [17] Hamlin K., Kaliya Hamlin Blog - Vision & Principles for the Personal Data Ecosystem [<http://www.identitywoman.net/vision-principles-for-the-personal-data-ecosystem/>], Setembro 2010.
- [18] Diaspora, <http://www.joindiaspora.com/>, Setembro 2010.
- [19] One Social Web, <http://onesocialweb.org/>, Setembro 2010.
- [20] Personal Data Store Project, <http://personaldatastore.info/>, Setembro 2010.
- [21] Activity Streams, <http://activitystrea.ms/>, Setembro 2010.
- [22] Jackson W., Government Computers News - Growth in number of unmanaged DNS servers raises security risk [<http://gcn.com/Articles/2009/11/10/DNS-survey-DNSSEC.aspx>], Novembro 2009.
- [23] OAuth, <http://oauth.net/>, Setembro 2010.

Nuno Rosa, aluno finalista de Engenharia Electrónica e Telecomunicações (Mestrado Integrado) pela Universidade de Aveiro. O tema da sua dissertação incide particularmente sobre protocolos de resolução de nomes e a framework XRI/XDI."

Ricardo Azevedo, MSC em *Internet Computing* pelo Queen Mary College (Universidade de Londres) em 2006 e Licenciado em Engenharia de Computadores e Telemática pela Universidade de Aveiro em 2004. Foi bolseiro de investigação do IT desde 2004 a Fevereiro de 2006, com trabalho desenvolvido na área de QoS em redes heterogéneas de 4ª geração. Em Fevereiro de 2006 iniciou a sua actividade profissional na PT Inovação. Tem participado em diversos projectos de I&D no âmbito do IST e Eurescom nas áreas de QoS e Network Management, Mobilidade, Segurança, Privacidade e Gestão de Identidades.

Pedro Santos, licenciado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores (ramo de telecomunicações) pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto em 2007. Em 2008 efectuou um estágio profissional na PT Inovação passando a colaborador no final de 2008. Desde então participou activamente no Projecto Europeu FP7 "SWIFT", em vários projectos Eurescom e múltiplos projectos internos. A sua actividade profissional tem englobado várias áreas tais como a gestão de identidades, privacidade, segurança e Redes de Nova Geração.

Francisco Fontes, licenciado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, ramo de Electrónica e Telecomunicações, pelo Instituto Superior Técnico (Setembro de 1991) e Doutorado pela Universidade Politécnica de Madrid (Novembro de 2000) na área de gestão distribuída de redes de telecomunicações. Em Setembro de 1991 iniciou a sua actividade profissional na PT Inovação (CET) tendo-se especializado em tecnologias de rede de banda larga. Actualmente os seus interesses situam-se na área das arquitecturas de redes, em especial na sua evolução para arquitecturas RPG All-IP, com ênfase no IMS. É especialista em tecnologias de rede local e acesso, IPv6 e Multicast. Até Set/2010 foi docente na Univ. de Aveiro/DETI, na qualidade de Professor Auxiliar Convidado, para as áreas de redes IP aplicadas às telecomunicações.

11

Voz e multimédia sobre LTE: a verdadeira convergência

palavras-chave:
LTE, IMS, MMTel, CSFB, VoLTE,
VOLGA, VCC, SRVCC, ICS



Nuno Silva



Francisco Fontes



António Videira

O *standard Long Term Evolution* (LTE) definido pelo 3GPP tem como objectivo disponibilizar serviços móveis de banda larga e comunicações multimédia sobre uma infra-estrutura All-IP, de uma forma eficiente, utilizando tecnologia de comutação de pacotes. De facto uma das decisões do 3GPP foi que o LTE seria a primeira tecnologia da família GSM a não suportar comutação de circuitos.

A largura de banda elevada, a baixa latência e a mobilidade garantidas pelo LTE garantem aos utilizadores a mesma qualidade de serviço e experiência disponibilizadas pelas redes tradicionais de comutação de circuitos.

Dado que o LTE é uma tecnologia móvel All-IP, os serviços tradicionais de voz e mensagens têm que ser implementados sobre uma rede de pacotes, o mesmo acontecendo de futuro com os serviços multimédia, sendo necessárias novas soluções de rede para acomodar os requisitos dos serviços. No entanto, embora a voz não seja o principal impulsionador do LTE, é de facto, a grande fatia de receita para os operadores.

Este artigo descreve as várias alternativas para disponibilização de serviços de voz e mensagens, num enquadramento de convergência All-IP, bem como os vários cenários de transição preconizados pelo 3GPP e outras iniciativas.

1. Introdução

Para os operadores móveis, a evolução para o LTE é um dado adquirido, por forma a poderem disponibilizar serviços sobre uma infra-estrutura convergente, com uma forte redução nos custos de operação da rede e serviços e com larguras de banda acrescidas.

Uma das questões fundamentais é como assegurar mecanismos de transição, até uma instalação plena do LTE, que tem na sua arquitectura base de controlo muitos dos conceitos da arquitectura IP *Multimedia Subsystem* [IMS]. A arquitectura IMS foi definida pelo 3GPP Release 5 em 2002, vindo a ser sucessivamente enriquecida com novas funcionalidades por forma a dar uma resposta efectiva aos desafios das redes de nova geração.

A *Release 6* introduz várias optimizações na arquitectura geral, permitindo ofertas comerciais de acordo com as reais necessidades dos operadores. Já na *Release 7* foram introduzidos para além de várias melhorias globais, os serviços de transição tais como *Voice Call Continuity* [VCC], *SRVCC* (*Single Radio VCC*) [SR-VCC] e *IMS Centralized Services* [ICS], que continuam a ser trabalhados na *Release 8* e nas *Releases* seguintes.

De referir igualmente a importância da *Release 8*, fechada em 2008, com a definição do *Common IMS*, que agregou assim as especificações que estavam a ser desenvolvi-

das no ETSI TISPAN para a rede fixa e do *Packet Cable* para as redes de cabo, bem como a integração do LTE.

Não sendo a arquitectura IMS a única solução possível, é sem dúvida a que acolhe maior aceitação entre os operadores. Contudo para os operadores que não pretendem apostar na arquitectura IMS numa fase inicial, existem alguns cenários de transição que permitem a oferta de serviços de voz e mensagens (ver Figura 1), nomeadamente:

- > *Circuit Switched Fallback* (CSFB) [CSFB], especificado na 3GPP Release 8 e que permite que dispositivos LTE usem as redes tradicionais de comutação de circuitos (GSM/UMTS). Claramente esta não é uma solução de voz sobre LTE, dado que a voz é transportada sobre uma rede GSM/UMTS. Para além disso tem problemas de desempenho devido à necessária comutação para essas redes para utilização dos serviços de voz e SMS;
- > Em alternativa, o VoLGA Forum (*Voice over LTE via Generic Access*) [VoLGA] definiu uma arquitectura, que se apresenta como uma especificação da indústria (não adoptada pelo 3GPP), e que permite reaproveitar os investimentos já efectuados nas plataformas de serviço 2G e 3G.

A aproximação segundo a arquitectura

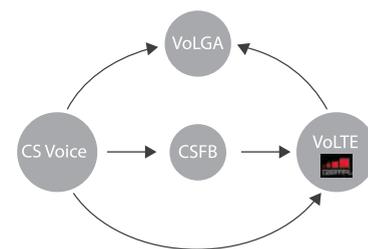


Figura 1 - Arquitecturas para disponibilização dos serviços de voz

IMS prevê a disponibilização destes serviços sobre uma infra-estrutura de nova geração. Esta consiste no GSMA VoLTE, de acordo com o *standard IP Multimedia Telephony* [MMTel], sendo relevante a iniciativa *OneVoice* [*One Voice*] adoptada pelo GSMA, que define um perfil específico para a utilização do serviço MMTel.

Outras aproximações são ainda possíveis, adoptando modelos de serviços *Over the Top*, de acordo com o paradigma de serviços Web 2.0.

2. LTE – Long Term Evolution

O LTE representa a evolução da actual tecnologia de acesso 2G/3G especificada pelo 3GPP (*3G Partnership Project*). Com o objectivo de não ficar condicionado com a actual linha de desenvolvimento da tecnologia UMTS, o LTE surge assim com um novo caminho evolutivo a par do já existente para o UMTS. Como principal diferença tem a optimização da interface rádio para as transmissões em IP e o facto de deixar de suportar a tradicional comutação de circuitos, sendo igualmente assente na arquitectura de controlo IP *Multimedia Subsystem* (IMS).

A Figura 2 ilustra a arquitectura do LTE, na qual se distinguem os seguintes grandes blocos:

- > Os equipamentos terminais;
- > A parte rádio constituída pelo *Evolved*

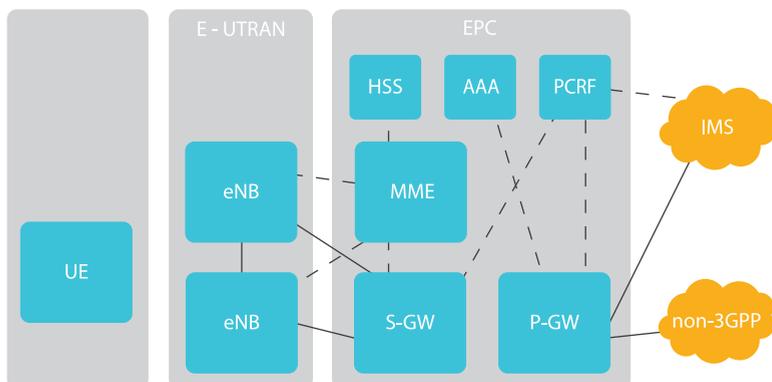


Figura 2 - Arquitectura LTE

Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN);

> O Evolved Packet Core (EPC), que tem como principal função otimizar a rede de comutação de pacotes do 3GPP para que suporte débitos mais elevados e com menor latência, é composto pelo Mobility Management Center (MNE) que tem como principal função a gestão de mobilidade entre os terminais. O Serving Gateway (S-GW) actua como uma âncora de mobilidade para os terminais móveis e o Packet Gateway (P-GW), que como se pode ver na Figura 2 faz a interface com as redes externas. Fazem ainda parte desta arquitectura o Home Subscriber Server (HSS), o Policy Control and Charging Function (PCRF) e o Authentication, Authorization e Accounting server (AAA).

3. Cenários de transição

3.1 CSFB - Circuit Switched Fallback

O CSFB estabelece um canal de sinalização entre um MSC tradicional e a rede core LTE. Desta forma, os móveis que estão na rede LTE são informados sobre chamadas de entrada e SMS. No caso de chamadas de voz, o móvel comuta para cobertura 2G/3G, aceitando a chamada. No caso dos SMS, estes podem ser entregues directamente sobre o link de sinalização, não sendo necessário fallback.

Um dos principais problemas do CSFB, para além de utilizar tecnologia de comutação de circuitos, é precisamente o tempo adicional no estabelecimento de chamada provocada por esta comutação de tecnologia, em que mesmo nos melhores casos valores como 2 segundos são mais do que previsíveis, o que torna numa solução pouco atractiva.

3.2 VoLGA - Voice over LTE via Generic Access

O objectivo da iniciativa VoLGA é o de es-

pecificar e promover uma forma de alargar os serviços tradicionais GSM e 3G ao LTE. Com esta solução, os utilizadores das redes móveis poderão mover-se entre redes 2G, 3G e LTE, sem perda de continuidade na utilização dos serviços.

O VoLGA é baseado na norma 3GPP Generic Access Network (GAN), também normalmente conhecido como a norma UMA (Unlicensed Mobile Access). O propósito deste GAN é o de estender serviços móveis tradicionais, fornecidos sobre circuitos, a redes de acesso genéricas IP. Uma das aplicações mais comuns é a de telefones com interfaces Wi-Fi. Nesta situação, num telefone com ambas as interfaces, 2G/3G e Wi-Fi, todos os serviços tradicionais estarão disponíveis em ambos os tipos de rede. Por exemplo, em casa, será possível a sua utilização via a rede GSM tradicional ou através

da rede Wi-Fi que é utilizada para o acesso à Internet.

A solução baseia-se na utilização de controladores genéricos que estabelecem a fronteira entre os acessos IP e o núcleo de serviços. Com estes, os terminais ligados em redes de acesso IP, apresentam-se perante as plataformas de serviço como se fosse terminais 2G ou 3G, já que esses adaptadores genéricos se comportam como subsistemas GERAN BSS (Base Station Subsystem) ou UTRAN RNC (Radio Network Controller), tal como ilustrado na Figura 3.

Com esta solução é possível aos operadores, utilizando este tipo de controladores adicionarem uma rede de acesso IP, como o LTE, e darem serviços tradicionais sobre essa rede, aproveitando o investimento já efectuado nas plataformas de serviço 2G e 3G.

4. Cenário Voice Over LTE (GSMA VoLTE)

Por forma a criar um alinhamento na indústria, um conjunto de fornecedores formou a iniciativa One Voice, tendo como objectivo principal a definição de um perfil que os vários fornecedores de terminais e equipamentos de rede deveriam seguir, por forma a garantir interoperabilidade de serviço.

Este perfil engloba requisitos sobre a especificação MMTel, requisitos de media, requisitos para o acesso radio, entre outros, sendo compatíveis com a 3GPP Release 8, com alguns requisitos adicionais na Release 9

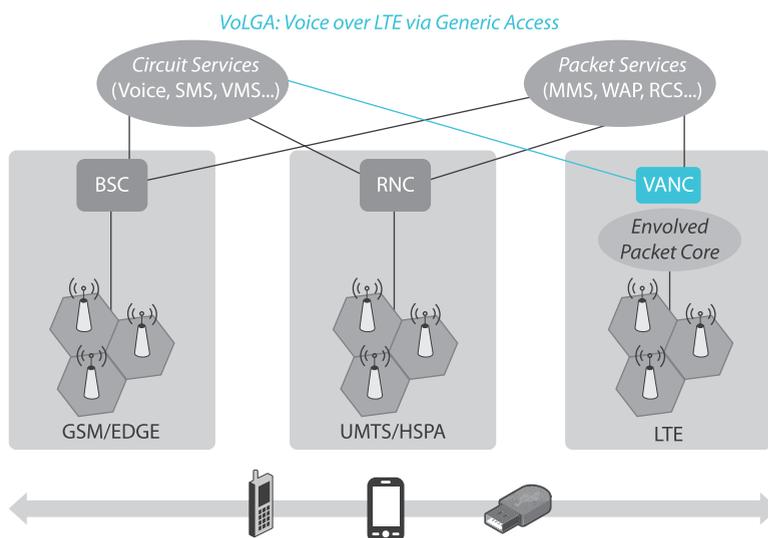


Figura 3 - Arquitectura da solução VoLGA

para suportar chamadas de emergência num acesso baseado em comutação de pacotes.

A iniciativa VoLTE, formalmente anunciada em Fevereiro de 2010 pelo GSMA, reutiliza o trabalho da iniciativa *One Voice* como base para a definição dos standards da entrega de serviços de voz e SMS sobre LTE, aumentando o trabalho da iniciativa *One Voice* para endereçar aspectos de *Roaming e Interconnection - interfaces UNI (User Network Interface)*, *R-UNI (Roaming User Network Interface)* e *I-NNI (Interconnect Network Network Interface)*, estando prevista a conclusão destas especificações no 1º trimestre de 2011.

Assim o perfil definido pela iniciativa *One Voice* é a base do GSMA "IMS Profile for Voice and SMS", referida geralmente como GSMA VoLTE [VoLTE].

Uma das áreas de trabalho do VoLTE tem a ver com a situação em que um móvel sai da cobertura LTE, sendo necessário garantir continuidade de chamada (usando o *Single Radio Voice Call Continuity - SR-VCC*), dando assim resposta a uma necessidade fundamental para o sucesso deste solução.

Em suma, para implementar uma solução GSMA VoLTE, são necessários os seguintes requisitos técnicos:

- > Existência de um *core* IMS compatível com o 3GPP IMS *Release 8*;
- > Suporte a serviços de IP Multimedia *Telephony* (MMTel);
- > Suporte de SMS sobre IP;
- > Suporte a *codecs* AMR;
- > Implementação da funcionalidade de *Single Radio Voice Call Continuity* (SR-VCC).

5. Conclusões

O grupo PT encontra-se actualmente na fase de instalação e configuração de uma infra-estrutura IMS, prevendo-se a disponibilização de serviços comerciais de voz para os mercados residenciais e empresariais em 2011 (serviços como *ipCentrex*, *Business Trunking*, VoIP Classe 5, etc).

A diminuta adopção do VoLGA pela indústria e operadores, o crescendo na adopção do IMS como solução de convergência para a disponibilização de serviços multimédia sobre todo o tipo de rede de acesso IP de banda larga e o facto de se apresentar como uma solução temporária, faz do

VoLGA uma solução com futuro incerto.

No entanto é expectável que o LTE, combinado com o IMS, apenas tenha maturidade para suportar os tradicionais serviços de voz e mensagens em meados desta década, sendo utilizado numa fase inicial apenas para serviço de dados. Esta situação a confirmar-se, fará com que soluções alternativas não universais, não garantindo *roaming* e *handovers* possam surgir ou consolidar a sua existência. Desta forma a adopção do VoLGA, convertendo a infra-estrutura existente de serviços móveis num serviço VoIP sobre LTE, deverá ser encarada.

No entanto, a iniciativa GSMA VoLTE apresenta-se como a solução de futuro mais viável para a migração dos serviços tradicionais de comutação de circuitos para serviços IP baseados numa arquitectura LTE, de acordo com as especificações 3GPP IMS *Release 8* e *9*, pelo que este deverá ser sempre o caminho a seguir.

Referências

- [1] [IMS] - 3GPP TS 22.228: "Service requirements for the IP multimedia core network subsystem".
- [2] [VCC] - 3GPP TS 23.206: "Voice Call Continuity (VCC) between Circuit Switched (CS) and IP Multimedia Subsystem (IMS)".
- [3] [SR-VCC] - 3GPP TS 23.216: "Single Radio Voice Call Continuity (SRVCC)".
- [4] [ICS] 3GPP TS 23.292: "IP Multimedia System (IMS) centralized services (ICS)".
- [5] [CSFB] - 3GPP TS 23.272: "Circuit Switched (CS) fallback in Evolved Packet System (EPS)".
- [6] [VoLGA] – VoLGA Forum, <http://www.volga-forum.com/>
- [7] [MMTel] – 3GPP TS 22.173: "IMS Multimedia telephony service and supplementary services".
- [8] [OneVoice] – "Voice Over IMS Profile v1.0.0" - <http://news.vzw.com/OneVoiceProfile.pdf>.
- [9] [GSMa VoLTE] - http://www.gsmworld.com/our-work/mobile_broadband/VoLTE.htm

Nuno Silva, licenciado em "Engenharia Electrónica e Telecomunicações" pela Universidade de Aveiro e mestre em "Telecommunications for the Industry" pela University College of London (UCL). Desempenhou funções na PT Inovação no desenvolvimento de produtos RDIS e X.25, tendo trabalhado posteriormente no grupo de Gestão de Redes e Serviços, exercendo funções de consultoria nesta área na PrimeSys (Brasil) e na PT Prime (Portugal). Participou na elaboração de várias propostas para projectos do IST (Information Society Technologies) e estudos do Eurescom, assumindo a liderança dos mesmos. Nos últimos anos tem trabalhado em Redes de Próxima Geração (IMS/TISPAN), tendo liderado o grupo "Redes e Serviços IMS" no departamento de "Serviços e Redes Móveis", tendo sido um dos principais responsáveis pela definição e implementação do Programa shipnet® da PT Inovação (Fase 1 : 2005-2007). Desempenhou em 2008 e 2009 funções na PT Inovação na área de "Desenvolvimento de Plataformas e Produtos", sendo responsável pela linha de serviços All-IP e Convergentes, tais como ipCentrex, Classe 5 (VoIP residencial), SIP Trunking, VCC e ipCentrex Fixo- Móvel convergente, que executam sobre a plataforma ip-Jib®. Desde 2010 trabalha como Consultor Tecnológico e na área de Pré-Venda (Business Development and Solutions Architect) para a linha de Redes e Serviços de Próxima Geração da PT Inovação. É igualmente formador da PT Inovação na área de RPG (IMS/TISPAN), tendo sido o conceptor inicial da mesma em 2007, sendo habitual orador convidado em várias conferências relacionadas com IMS, SDP, SOA e OSS/BSS. Exerceu recentemente funções de docente convidado na Universidade de Aveiro na área de Information Systems Modeling e Software Engineering. Em termos de normalização, participa no grupo SA –Service Aspects do 3GPP.

Francisco Fontes, licenciado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, ramo de Electrónica e Telecomunicações, pelo Instituto Superior Técnico (Setembro de 1991) e Doutoramento pela Universidade Politécnica de Madrid (Novembro de 2000) na área de gestão distribuída de redes de telecomunicações. Em Setembro de 1991 iniciou a sua actividade profissional na PT Inovação (CET) tendo-se especializado em tecnologias de rede de banda larga. Actualmente os seus interesses situam-se na área das arquitecturas de redes, em especial na sua evolução para arquitecturas RPG All-IP, com ênfase no IMS. É especialista em tecnologias de rede local e acesso, IPv6 e *Multicast*. Até Set/2010 foi docente na Univ. de Aveiro/DETI, na qualidade de Professor Auxiliar Convidado, para as áreas de redes IP aplicadas às telecomunicações.

António Videira, licenciado em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho e Mestre em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Participa desde 2000 em diversos projectos na área de produtos e serviços para redes móveis e em projectos de investigação internacionais. Actualmente é o responsável pela área de Inovação e Normalização no Departamento de Desenvolvimento de Plataformas de Rede e Soluções Multimédia. Os seus interesses situam-se na área da entrega de conteúdos e na gestão de contexto nas redes de próxima geração, estando a desenvolver um Doutoramento na Universidade de Aveiro.

01

Cloud computing - Análise de oportunidades e riscos para os operadores

palavras-chave:
Cloud Computing, Oportunidades, Operador, Software as a Service, Infrastructure as a Service, Platform as a Service, SWOT



Ricardo Azevedo



Pedro Neves



Sancho Rego



Luís Castro

Este artigo, baseado no resultado final de um estudo Eurescom, denominado "Networks for Cloud Computing and SaaS: Weaknesses, Strengths and Opportunities for Operators", identifica e descreve como os conceitos associados a *Cloud Computing* (CC) – *Software as a Service, Infrastructure as a Service e Platform as a Service* – podem alterar o papel que o operador desempenha no actual cenário de telecomunicações. Os resultados apresentados derivam da análise de quatro Operadores Europeus (*France Telecom, Telenor, Simmin e PT Inovação*) e concretizam-se num conjunto de recomendações baseadas numa análise SWOT, que os operadores podem utilizar ao "entrarem" no mercado de CC, actualmente dominado pelos provedores de serviços e conteúdos.

Este artigo apresenta, pois, uma análise do potencial que este novo paradigma poderá representar para os operadores.



Figura 1 - Ecossistema da Cloud

1. Introdução

Cloud Computing (CC) é provavelmente o termo mais divulgado na área de TI actualmente. Sendo focado no utilizador final apresenta-se como uma nova abordagem ao planeamento, entrega e consumo de serviços com requisitos mínimos para os clientes finais. A Figura 1 apresenta de forma sucinta o ecossistema da Cloud. O paradigma de CC é caracterizado por ubiquidade no acesso à rede, independência relativamente à localização dos recursos e da informação, elasticidade, ou seja, a capacidade de os recursos se adaptarem automaticamente aos requisitos impostos, flexibilidade no modelo de negócio e nos preços e, mais importante, fornece garantias de escalabilidade horizontal e vertical.

CC não é uma tecnologia, nem mesmo uma arquitectura, mas sim um novo paradigma computacional que combina um conjunto de tecnologias (virtualização, segurança, QoS, ...), disponíveis sobre um novo modelo de negócio (*pay-per-use*, transformação de CAPEX em OPEX). Em termos tecnológicos importa salientar a virtualização, dado que é o principal *enabler* deste paradigma, permitindo a partilha da mesma máquina física em diferentes máquinas virtuais.

Existem vários modelos possíveis para “implementar” a Cloud (pública, privada e híbrida). As Clouds privadas serão, na maioria dos casos, as primeiras a ser implementadas, permitindo maior controlo às empresas sobre os recursos disponibilizados. Progressivamente verificar-se-á a adopção de Clouds híbridas e finalmente as Clouds públicas. As pequenas e médias empresas serão provavelmente as pioneiras na adop-

ção de Clouds públicas, embora estas ainda necessitem de evoluir significativamente para fornecerem garantias de segurança, privacidade, disponibilidade e interoperabilidade.

Os serviços que a Cloud disponibiliza abrangem as várias camadas da pilha protocolar, desde o *hardware* até à própria aplicação. Assim, existem três formas de disponibilização de serviços pela Cloud: ao nível da infra-estrutura (*Infrastructure as a Service - IaaS*), da plataforma (*Platform as a Service - PaaS*) e da aplicação (*Software as a Service - SaaS*). A Figura 2 ilustra os diferentes serviços disponibilizados pela Cloud, o seu posicionamento em termos de pilha protocolar e os potenciais *stakeholders*.

O SaaS, já com cerca de 10 anos de implantação, tornou-se o modelo dominante de disponibilização de serviços para alguns segmentos de mercado. Neste momento encontra-se numa fase de crescimento (ver fase *Growth* na Figura 3). Apesar de nem todas as aplicações serem apropriadas para este modelo de entrega de serviços, prevê-se que a médio prazo atinja o estado de maturidade ideal e venha a ser bem sucedido – reduz os custos operacionais e de manutenção e acelera o processo de entrega de novos serviços aos clientes.

Relativamente ao PaaS, encontra-se ainda numa fase muito prematura do seu desenvolvimento (ver fase *Creation* na Figura 3), sobretudo devido ao reduzido número de serviços existentes no mercado. PaaS é o serviço menos desenvolvido de *Cloud Computing* e prevê-se que tenha um sucesso moderado quando comparado com os outros serviços disponibilizados.

Finalmente, o modelo de IaaS posiciona-se numa fase inicial de implementação (ver fase *Creation* na Figura 3), mas com perspectivas de um crescimento bastante rápido, ao contrário do PaaS. O crescimento exponencial expectável para este modelo deve-se essencialmente ao aumento abrupto de tráfego gerado pelos utilizadores nos anos mais recentes, o que origina uma forte necessidade de recursos – computacionais e/ou de armazenamento. Este modelo apresenta grandes vantagens do ponto de vista da redução de custos e, apesar de requerer ainda algum trabalho ao nível dos mecanismos de segurança e localização da infra-estrutura, apresenta-se como o mais promissor e com uma perspectiva de grande sucesso.

2. Posição dos operadores no negócio de Cloud e SaaS

Esta secção apresenta uma visão sobre as perspectivas de negócio identificadas no estudo Eurescom referido anteriormente, através de uma análise SWOT.

A intenção é capturar e caracterizar os factores internos e externos que positiva ou negativamente podem influenciar o negócio. Os factores positivos são identificados pelas *Strengths* e *Opportunities*, enquanto as *Weaknesses* e as *Threats* apresentam os factores negativos. Por outro lado, as *Strengths* e as *Weaknesses* representam os factores internos, enquanto as *Opportunities* e as *Threats* estão geralmente associados a factores externos, ou pouco controláveis pela empresa. A percepção e correcto entendimento da posição dos operadores em relação a todos os factores identificados na análise SWOT é importante, para que lhes seja possível posicionarem-se no universo de Cloud.



Figura 2 - Serviços de Cloud Computing – IaaS, PaaS e SaaS

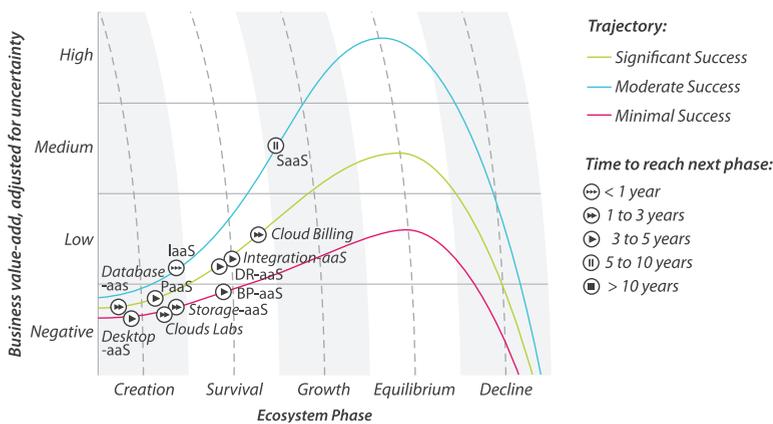


Figura 3 - Evolução dos Serviços da Cloud [1]

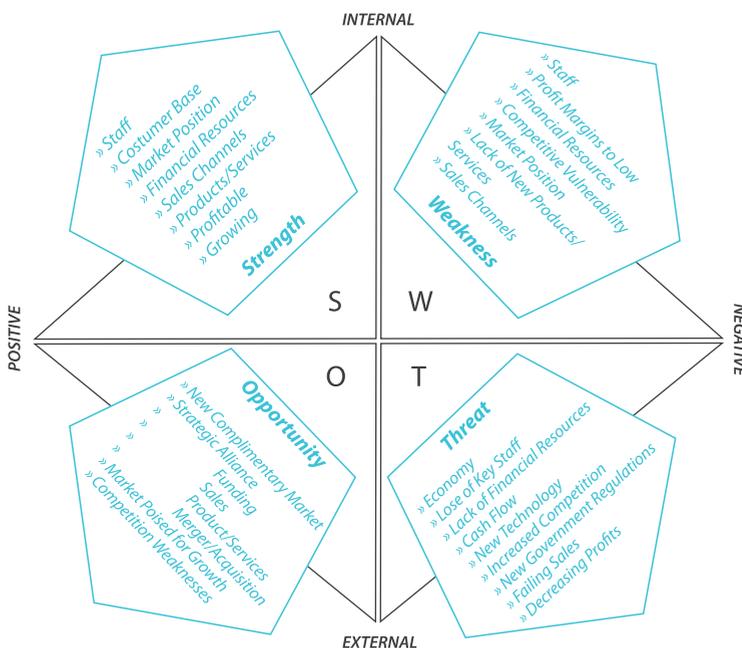


Figura 4 - Análise SWOT

2.1. Strengths

Os Telcos Europeus apresentam um conjunto de características que podem, de uma forma genérica, ser consideradas como favoráveis. A tabela 1 sumariza-as, mostrando para cada *Strength* as características que os operadores apresentam actualmente.

2.2. Weaknesses

As *Weaknesses*, tal como as *Strengths* estão relacionadas com características inatas dos operadores, propriedades internas aos operadores e que nada têm a ver com a envolvente. A tabela 2 sumariza-as.

2.3. Opportunities

Os serviços oferecidos num modelo de *Cloud* (PaaS, SaaS) utilizam, para conectividade com o cliente final, a infra-estrutura do operador. Com base nesta premissa são apresentadas na tabela 3 algumas das oportunidades, impostas por elementos externos, das quais o operador pode tirar partido.

2.4. Threats

Num domínio que não tem sido o *core business* do operador, a sua entrada numa nova área está sujeita a ameaças provenientes de diferentes entidades e que podem, de alguma forma, limitar o raio de acção do operador. A tabela 4 sumariza as principais ameaças à entrada do operador no domínio de *Cloud*.

3. Exemplo de serviço da Cloud: Billing-as-a-Service

Nesta secção iremos abordar sucintamente um possível *use-case* de CC apropriado para os operadores de telecomunicações – *Billing-as-a-Service* (BaaS).

Os operadores de telecomunicações têm uma longa tradição na execução e manutenção de complexos processos de *billing*. Na verdade, poucas outras indústrias possuem mecanismos de *billing* com um grau de complexidade semelhante aos dos operadores, já que necessitam, por exemplo, de disponibilizar declarações de facturação detalhadas sobre o consumo dos serviços, seja em papel ou online para clientes pós-pago e através de SMS, voz ou online para clientes do modelo pré-pago. Isto obrigou e motivou os operadores a desenvolver mecanismos de *billing* bastante complexos e sofisticados.

Desta forma, os Telcos encontram-se numa posição privilegiada para aproveitarem e rentabilizarem estes complexos processos de *billing* através da sua venda a terceiros como um serviço – *Billing as a Service* (BaaS). No entanto, os processos de

Strength	Descrição
Já detêm uma posição no mercado e uma carteira de clientes	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento da marca e proximidade com os clientes. A cadeia de distribuição já existe. • Segurança, confiança e contabilização (SIM, AAA, <i>billing</i>, etc.) são funções que já existem. • Detêm <i>Service Level Agreements</i> e uma infra-estrutura de suporte ao cliente e fornecedores. • Conhece os clientes e percebe as suas necessidades.
Activos de rede relevantes para o negócio de <i>Cloud</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Intra-estrutura escalável e distribuída geograficamente. • Experiência e conhecimento técnico para controlar a infra-estrutura. • Detêm sistemas de controlo e operação da rede, <i>helpdesk call centers</i>. • Relações de interconexão com outros provedores (ex. 557e redes IP). • Presença global através de parcerias. • Detêm <i>datacenters</i> na rede e têm conhecimento para garantir a sua gestão.
Experiência em negociar com outros	<ul style="list-style-type: none"> • Existência de um sistema de endereçamento global. • Experiência em modelos de partilha (ex. <i>roaming</i>) – este conhecimento pode ser usado para garantir, por exemplo, interoperabilidade entre <i>Clouds</i>. • Capacidade técnica e comercial para mediação – existe a experiência em sistemas de interconexão e taxação, por exemplo.
Plataformas de serviços	<ul style="list-style-type: none"> • Serviços fim-a-fim. • Armazenamento e manutenção de serviços de terceiros (ex. empresariais). • Serviços de voz e mensagens (ex. VAS), bastante popular e persistente.. • Soluções de tempo-real para facturação e pagamentos.

Tabela 1 - *Strengths* Identificadas

Weakness	Descrição
Falta de cultura e reputação na área de Software/Computação	<ul style="list-style-type: none"> • Menos competência em áreas chave como virtualização, automação, SaaS (estão fora do seu <i>Core Business</i>) • Demasiado dependentes de outros <i>players</i> na área de software e gestão de sistemas.
Falta de agilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Os processos (modo de funcionamento) dos operadores são demasiado pesados comparativamente com empresas de software (tipicamente <i>web</i>). • O tempo de criar e disponibilizar um serviço é, ainda, demasiado longo, geralmente devido à dependência com outros serviços/produtos. • Tradicionalmente as alterações são efectuadas muito lentamente, devido à complexidade dos ambientes. • Tendência para soluções de alta qualidade que se aplicam apenas a nichos de clientes.
Os serviços tradicionais ainda representam lucros significativos	<ul style="list-style-type: none"> • Há o receio que a introdução de novos serviços “canibalize” os serviços existentes, que ainda representam lucro significativo (voz, SMS).
Espectro limitado	<ul style="list-style-type: none"> • Para garantir maior capacidade de rede, (em particular nos operadores móveis), essencial para aplicações de <i>Cloud</i>, é necessário um grande investimento.

Tabela 2 - *Weaknesses* Identificadas

billing resultam de uma composição complexa de vários serviços e mecanismos, directamente relacionados com o tipo de negócio *target* que se pretende endereçar. Assim, as lógicas e o funcionamento dos mecanismos de *billing* dos Telcos têm que ser adaptados para que consigam responder aos requisitos de qualquer potencial cliente, isto é, de qualquer negócio que se pretenda facturar. Logo, fornecer serviços de *billing* horizontais – Horizontal BaaS, ou seja, serviços de *billing* que se adaptam a qualquer tipo de negócio, é bastante complexo e não é a estratégia mais apropriada para os operadores rentabilizarem os seus processos de *billing* na *Cloud*. Uma abordagem vertical, em que o operador se especializa em fornecer BaaS para segmentos de mercado específicos – Vertical BaaS, é a estratégia mais aconselhada. Neste cenário, os operadores deverão procurar identificar sinergias com indústrias específicas, isto é, deverão começar por compreender

o seu modo de funcionamento e os seus requisitos e posteriormente tornarem-se em fornecedores de BaaS para o segmento de mercado identificado.

4. Importância para os negócios do Grupo PT

O domínio do *Cloud Computing* proporciona uma inovadora e importante oportunidade para o Grupo PT e para os operadores em geral, ao nível dos novos conceitos e paradigmas no universo das telecomunicações. Dado o enorme espectro de oportunidades e desafios associados ao CC, é crucial que a PT possua *know-how* nesta área e consequentemente tenha a capacidade de prever o impacto que este novo paradigma causará nos seus modelos de negócio e agir com as estratégias mais adequadas a curto, médio e longo prazo. O estudo Eurescom em que este artigo se baseia, designado *Networks for Cloud Computing and Software-as-a-Service: Weak-*

nesses, Strengths and Opportunities for Operators, enquadra-se precisamente neste contexto. Adicionalmente, a PT Inovação está envolvida noutras actividades relacionadas com CC, nomeadamente nos projectos de colaboração internacional SAIL [6] e *Cloud4SOA* [7], financiados pelo 7º programa quadro da Comissão Europeia, e também num novo estudo Eurescom designado *Opportunities and Challenges for Operators in the Mobile Cloud* [8], na área de *Mobile Cloud Computing* (MCC) – tema bastante interessante para o operador móvel do Grupo PT.

Muito recentemente, e reforçando ainda mais a importância e a actualidade desta temática para o Grupo PT, foi divulgado um acordo entre a PT e a Cisco para o desenvolvimento, implementação e lançamento de um conjunto de serviços de CC de excelência mundial até ao final do ano de 2010.

Opportunity	Descrição
Utilizar parcerias	<ul style="list-style-type: none"> • Um esquema de parcerias entre o operador e provedores de <i>Cloud</i> poderá ser atractivo principalmente para nichos de serviços e clientes. • Parcerias poderão ser conseguidas através da revenda ou da agregação de serviços por parte do operador.
Questões de regulação	<ul style="list-style-type: none"> • Os requisitos legais (ex. garantia de qualidade ou segurança) podem tornar difícil a entrada de provedores de <i>Cloud</i>. • Os operadores estão mais "próximos" dos clientes e apresentam-se como entidades mais confiáveis.
Normalização	<ul style="list-style-type: none"> • Os actuais avanços em termos de normalização podem beneficiar o operador, que geralmente está mais activo e atento a questões de normalização. • A utilização de novos <i>standards</i> tecnológicos relacionados com a gestão de terminais e serviços, por exemplo <i>Widgets</i> e <i>GSMA RCS</i> [3], reduz a actual fragmentação na área de terminais e serviços, facilitando a introdução de serviços (<i>SaaS</i>) por parte do operador. Interoperabilidade é um factor essencial.
Exigência de requisitos de rede	<ul style="list-style-type: none"> • A necessidade de elevados requisitos de rede, por parte das aplicações oferecidas pelos provedores de <i>Cloud</i> dão uma clara vantagem a quem controla a rede (operador).

Tabela 3 - Opportunities Identificadas

Threat	Descrição
Neutralidade da rede	<ul style="list-style-type: none"> • A neutralidade da rede, a ser globalmente aceite, reduz os mecanismos que o operador tem ao seu dispor para priorizar tráfego.
Existência de serviços semelhantes aos que o operador pode fornecer	<ul style="list-style-type: none"> • Mesmo com a existência de plataformas de serviços, que disponibilizam serviços de operador a terceiros, o operador pode ter dificuldade em "vender" os seus serviços, uma vez que já existem vários provedores a oferecer serviços semelhantes. • Este problema pode, inclusive, ser uma barreira à desejada interoperabilidade, uma vez que muitos desses serviços são proprietários.

Tabela 4 - Threats Identificadas

5. Conclusões

Este artigo apresenta uma análise do potencial impacto que a adopção do paradigma de CC terá para um operador de telecomunicações na perspectiva técnica e de negócio. Entre os três modelos associados a CC, *SaaS*, *IaaS* e *PaaS*, o primeiro é o predominante e com presença mais forte no mercado. Prevê-se que a médio prazo seja bem sucedido e continue a crescer. No caso de *IaaS*, prevê-se uma adopção rápida nos tempos mais próximos e um elevado crescimento, dada a necessidade cada vez maior de recursos computacionais e de armazenamento. Finalmente, o *PaaS* é, neste momento, o serviço menos desenvolvido, prevendo-se no entanto um curva de crescimento positiva, mas mais lenta comparativamente com os outros dois modelos (*SaaS* e *IaaS*).

Os Telcos possuem, pela natureza do seu negócio, um elevado investimento tecnológico e infra-estrutural que poderá ser reaproveitado na evolução para o cenário de CC. Contudo, em grande parte dos casos será necessária uma adaptação das redes e dos datacenters para realmente tirar proveito do paradigma e das suas vantagens.

Adicionalmente, existem ainda questões em aberto a nível de investigação que terão que ser abordadas, como sejam a evolução da própria rede e pilhas protocolares,

suporte de privacidade e segurança e quais os modelos de negócio a adoptar, num ecossistema com diversos intervenientes.

Tendo em conta a análise SWOT apresentada, foram identificados um conjunto de vantagens e desvantagens que os operadores devem ter em conta ao abordar este novo paradigma computacional. Nomeadamente:

- > **Strengths** - existência de quota de mercado e relação com clientes, mais-valias em TI e de rede relevantes, processos de negócio e catálogo de serviços já definidos;
- > **Weaknesses** - em relação a companhias mais puramente TI em termos de inovação e novos serviços, em parte pela tendência para seguir normas rígidas e perfeitamente definidas; necessidade de adaptação de recursos existentes; custos com testes e suporte; forte regulamentação;
- > **Opportunities** - necessidade de utilização das redes dos operadores nos serviços de CC potencia que os fornecedores estabeleçam parcerias com os operadores – só assim conseguem assegurar entrega dos serviços com QoS/QoE e segurança; aproveitamento de funcionalidades básicas dos Tel-

cos (SMS, localização, ...), oferecendo-as como serviços na *Cloud*;

- > **Threats** - os operadores podem ver a sua posição reduzida a um mero *bit-pipe*; mesmo os serviços tradicionais de comunicação oferecidos pelo Telco podem ser substituídos por ofertas de terceiros.

Na globalidade, os factores positivos da adopção do CC sobrepõem-se aos negativos; afinal, os negativos resumem-se aos problemas e ameaças já bem conhecidos e existentes actualmente (aliás, desde que surgiram serviços ou aplicações que aproveitam a Internet como meio de comunicação – ex. Skype). Por outro lado, os factores positivos indiciam novas formas de fazer negócio, novos mercados, novos serviços. Como exemplo das novas potencialidades de negócio num contexto de CC, foi apresentado sucintamente um caso de uso, *Billing-as-a-Service* (*BaaS*), baseado no aproveitamento e rentabilização dos processos e tecnologia de *billing* dos Telcos.

Concluindo, face à realidade emergente do CC, os operadores devem começar a definir as estratégias mais apropriadas para marcar a sua posição e aproveitar as vantagens deste novo paradigma, simultaneamente reduzindo os riscos e ameaças futuras ao seu negócio.

Referências

- [1] <http://www.eurescom.eu/Public/Projects/P1900-series/P1951/default.asp>
- [2] Doug Washburn, Monetizing Cloud Services & The Green, Next-Generation Data Center, Forrester Research, Fevereiro 2010.
- [3] http://www.gsmworld.com/our-work/mobile_lifestyle/rcs/gsm_rcs_project.htm, Setembro 2010.
- [4] <http://www.snia.org/home/>
- [5] <http://www.itu.int/ITU-T/focusgroups/cloud/>
- [6] <http://www.sail-project.eu/>
- [7] <http://www.cloud4soa.eu/>
- [8] <http://www.eurescom.eu/Public/Projects/P2000-series/P2051/default.asp>

Pedro Neves, licenciado e Mestre em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2003 e 2006 respectivamente, encontra-se, desde 2007, a desenvolver o Doutoramento em Engenharia Informática e Telecomunicações na mesma Universidade. Após a Licenciatura, tornou-se bolseiro de investigação do Instituto de Telecomunicações, onde trabalhou em projectos co-financiados pela Comissão Europeia na tecnologia WiMAX. Em Junho de 2006 iniciou actividade na PT Inovação, em ambientes de acesso wireless heterogéneos, no âmbito de projectos co-financiados pela Comissão Europeia e pelo Eurescom. Em 2010 iniciou actividades de investigação na área de *Cloud Computing*, com ênfase na relação deste paradigma com os operadores de telecomunicações. Participou em mais de 10 projectos de colaboração internacional, é co-autor de 6 livros internacionais, e tem mais de 30 artigos publicados em revistas e conferências internacionais.

Ricardo Azevedo, MSC em *Internet Computing* pelo Queen Mary College (Universidade de Londres) em 2006 e Licenciado em Engenharia de Computadores e Telemática pela Universidade de Aveiro em 2004. Foi bolseiro de investigação do IT desde 2004 a Fevereiro de 2006, com trabalho desenvolvido na área de QoS em redes heterogéneas de 4ª geração. Em Fevereiro de 2006 iniciou a sua actividade profissional na PT Inovação. Tem participado em diversos projectos de I&D no âmbito do IST e Eurescom nas áreas de QoS e *Network Management*, Mobilidade, Segurança, Privacidade e Gestão de Identidades.

Luís Castro, concluiu a Licenciatura e Mestrado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2003 e 2010, respectivamente, tendo trabalhado desde o final da licenciatura em projectos da PT Inovação na área dos sistemas de suporte às operações (OSS). Centrou ao longo dos primeiros anos a sua actividade como analista de sistemas e programador de *software* em sistemas de gestão de performance de redes de telecomunicações, especializando-se em arquiteturas de *software* distribuídas, modelos *Data Warehouses*, tecnologias JEE, WebServices, JBoss, XML, etc. Actualmente desempenha funções de coordenação do projecto Altaia. Os seus interesses situam-se nas áreas de Gestão de Redes de Telecomunicações, *Cloud Computing* e Redes Móveis.

Sancho Rêgo, licenciou-se em Engenharia Electrónica e de Computadores pela Faculdade de Engenharia do Porto e obteve o *MSc in Telecommunications* pela Queen Mary, University of London, com Distinção. Em 2005 entrou na PT Inovação, na área das Plataformas de Serviço, tendo trabalhado e estudado várias tecnologias emergentes nessa área, destacando-se em particular a tecnologia JSLEE. Desde 2006 começou a participar activamente em projectos europeus da área, tais como o OPUCE (criação de serviços convergentes por parte do utilizador) e o PERSIST (*smart spaces* pessoais), assim como em estudos Eurescom. Os seus interesses actuais centram-se em ambientes de execução de serviço, *service delivery platforms* e *cloud computing*.

02

Context-Awareness na Internet de futuro

palavras-chave:
Internet de Futuro, *context-aware*, *Context-Broker*, *Smart Services*, *Smart Spaces*, *Smart Cities*, Pervasividade¹), Personalização, Conteúdos, *Framework* de Contexto



Telma Mota



Ricardo Otero Santos



Nuno Carapeto



João Gonçalves



Filipe Cabral Pinto

O ser humano é, por natureza, contextual, ou seja, no mundo real, estar atento ao contexto que nos rodeia faz parte da interacção humana e é fundamental para a nossa sobrevivência; é com base na informação que recolhemos do exterior que somos capazes de raciocinar, tomar decisões e agir.

Os sistemas informáticos e de telecomunicações estão a evoluir no sentido de aproximar cada vez mais o seu comportamento ao comportamento humano, ou seja, ao chamado "*Smart Behaviour*", para melhor servir as necessidades dos seus utilizadores. Os "*Smart Services*" devem ser capazes de tomar decisões inteligentes em prol dos utilizadores, sem a sua intervenção directa. Acredita-se que uma infra-estrutura segura e pervasiva¹) irá substituir gradualmente a Internet e as redes em geral, fixa, móvel e audiovisual. Sistemas *context-aware* e de fácil utilização que se *auto-adaptem* às necessidades dos utilizadores e ambiente circundante marcarão a diferença na Internet de Futuro.

Este artigo descreve globalmente o sistema de gestão de contexto em desenvolvimento na PT Inovação e os *service enablers context-aware* que, de uma forma automática, consomem informação de contexto e, com base nessa informação e em regras definidas pelos clientes, executam dinamicamente acções, por exemplo, a de criar grupos de pessoas que partilham uma mesma situação ou seleccionar conteúdos de acordo com as suas preferências, localização ou qualquer outro critério pré-definido.

A curto prazo, a aplicação mais interessante deste sistema de gestão de contexto será na selecção de conteúdos (e.g. SAPO, DINO, MEO). Sistemas mais sofisticados de selecção e filtragem de conteúdos, sejam estes profissionais, anúncios ou até mesmo gerados pelos utilizadores, podem ser facilmente desenvolvidos utilizando esta *framework*, permitindo uma personalização maior na distribuição dos conteúdos e por conseguinte uma maior satisfação das necessidades dos clientes.

¹ Pervasividade e Pervasiva são palavras que não existem (ainda) em Português, mas vêm do Inglês *Pervasiveness* e *Pervasive*, respectivamente. O conceito pode ser definido como a capacidade de estar sempre presente e tomar as acções mais adequadas sem ser invasivo. Computação pervasiva (*pervasive computing*) reflecte a nova geração da comunicação e informação que se quer em todo o lado, para todos e sempre disponível; a tendência actual é de construir sistemas de *software* cada vez mais ubíquos que acompanham os utilizadores e todos os dispositivos que os rodeiam, permitindo-lhes interagir e comunicar entre si no dia-a-dia, de forma inteligente e contextualizada.

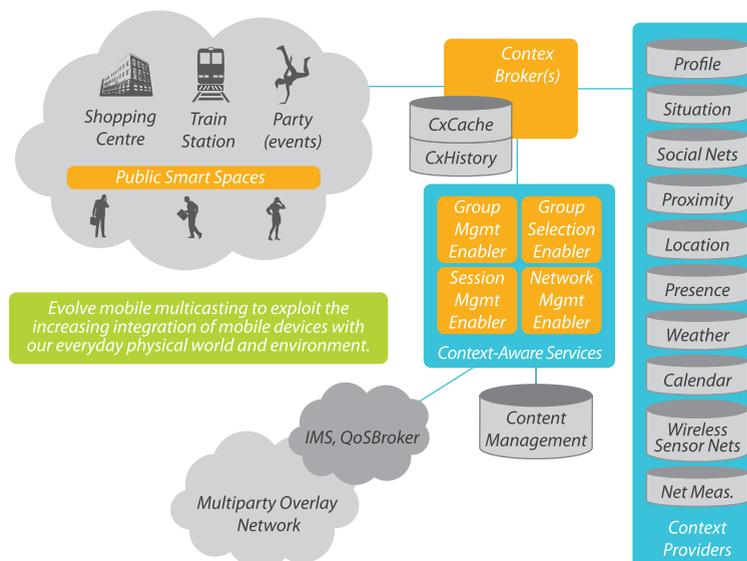


Figura 1 - Arquitectura context-aware para Selecção e Distribuição de conteúdos

1. Introdução

As pessoas comunicam e são naturalmente pervasivas; agem e reagem em função da informação que vão absorvendo do ambiente que as rodeia. Os serviços e os conteúdos devem ser, por isso, o mais possível adequados e adaptados às suas necessidades que variam naturalmente com as circunstâncias em que se encontram; em férias ou em trabalho, de dia ou de noite, num bar ou numa estação de comboios, de carro ou a pé, a correr ou a dormir.

Cada situação define exactamente a receptividade e eventual necessidade de cada utilizador e é caracterizada por um conjunto de informação a que se chama "contexto". Contexto pode provir de diversos tipos de fontes: dos próprios clientes (perfil, preferências, presença, localização, social, etc.), das redes (disponibilidades, tipos de redes, etc.), dos terminais (bateria, consumos, codecs, etc.) e de um conjunto alargado de dispositivos espalhados pelo ambiente que nos rodeia (e.g. sensores). Estar "ciente" desse contexto, deduzir, inferir e prever novas situações ou novos contextos, através do histórico e de tratamento estatístico, pode levar a tomar decisões mais acertadas, de forma automática e proactiva. Este conceito define-se como *context-awareness* [1]. Deste modo, serviços *context-aware* devem não só consumir informação de contexto (ou *context/location-based*), como também ter inteligência e adaptarem-se às diferentes circunstâncias, ou seja, serem capazes de tomar decisões em prol das necessidades de cada utilizador ou de um grupo de utilizadores, dependendo da situação em que este(s) se

encontra(m) [2]. Um conteúdo, seja ele um anúncio, uma informação, uma notícia ou até mesmo conteúdo de lazer (e.g. música), deve ser personalizado e entregue ao potencial cliente quando ele realmente precisa ou se encontra mais receptivo. Para facilitar esta tarefa, os dispositivos móveis "sabem" cada vez mais dos seus respectivos utilizadores e do ambiente que os rodeia; onde estão, o que fazem, o que gostam, seja através de sensores físicos (e.g. temperatura, luz) ou de sensores virtuais (e.g. Facebook). Para dar acesso a toda esta informação e desenvolver novos serviços *context-aware*, é no entanto necessário construir um sistema global de informação de contexto, inferência e predição.

Este artigo propõe uma *framework* de contexto e exemplos práticos da sua utilização. O operador pode e deve participar neste processo, quer como fornecedor de informação de contexto, quer como mediador e agregador.

2. Descrição do sistema

A arquitectura proposta na Figura 1 reflecte a *framework* de contexto desenvolvida no âmbito do projecto Europeu FP7 C-CAST (*Context Casting*) [3] e adaptada posteriormente à realidade PTIN. O sistema inclui um conjunto de *enablers* de serviço inteligentes e proactivos, ou seja *context-aware*, que interagem com um mediador de contexto (*Context Broker*) e um conjunto de fornecedores de informação (*Context Providers*) [4]. Esta arquitectura assenta sobre uma plataforma IMS para estabelecer sessões, um gestor de rede(s) (3G e WIFI) *multiparty* (*unicast* e *multicast*) e um adap-

tador/gestor de conteúdos.

Os *service enablers context-aware* desenvolvidos no projecto executam as seguintes tarefas: gestão de grupos (*Group Manager Enabler* - GME), selecção de conteúdos (*Content Selection Enabler* - CSE), gestão de sessões (*Session Management Enabler* - SME) e gestão e controlo dos recursos de rede (*Network Management Enabler* - NME).

2.1.1. Gestão de grupos

O *Group Manager Enabler* (GME) é responsável por identificar, criar e gerir grupos de utilizadores, dependendo da informação de contexto e dos critérios previamente especificados pelos fornecedores de serviços. Após definidos os critérios, o GME recebe informação de contexto a partir do *Context Broker* (mantendo-se actualizado sempre que surjam alterações de relevância), processa-a e identifica as ocorrências de grupo. Os critérios definidos identificam a informação de contexto a ter em conta na criação dos grupos e as respectivas regras (por exemplo, o critério "Agrupar utilizadores que estão em Aveiro, do sexo feminino e que gostam de rock" tem em conta a informação de localização, de perfil e de preferências indicadas no Facebook ou no Orkut). Assim que o grupo é criado ou alterado, a informação resultante (i.e. Id do grupo e respectivos utilizadores) é disponibilizada à aplicação e a todos os componentes que tenham interesse em receber informação de grupo.

2.1.2. Selecção de conteúdos

Seleccionar o conteúdo mais apropriado e o mais indicado numa determinada situa-

ção para um utilizador ou grupo de utilizadores é a chave do negócio e do sucesso dos serviços de entrega de conteúdos (por exemplo, publicidade). Quanto mais completa for a informação de contexto, melhor será o retrato do ambiente e das circunstâncias que rodeiam o utilizador e, por conseguinte, mais fácil será identificar esse conteúdo. No entanto, o processo de seleccionar conteúdos pode passar por uma tarefa simples (como por exemplo, seleccionar o conteúdo falado na língua nativa), como envolver algoritmos mais complexos de decisão (como o que se aplicaria à situação “Selecione-se itens de tráfego porque o utilizador está a viajar de carro”) que poderão não identificar o conteúdo ideal mas o que mais se aproxima dos critérios definidos. O *Content Selection Enabler* (CSE) é o componente que tem a seu cargo a tarefa de seleccionar e recomendar o melhor conteúdo com base na informação de contexto, nos conteúdos disponíveis e meta-dados associados e nas regras previamente definidas pelo fornecedor de serviço. À semelhança do que acontece na definição dos critérios para o GME, a entidade fornecedora dos serviços (e.g. estação de comboios) é que deve decidir as regras a aplicar à selecção dos conteúdos (por exemplo, “para o grupo de utilizadores que vem no comboio de Lisboa para o Porto devem ser distribuídas notícias + informação turística dos locais por onde vão passando + informação específica de horários/atrasos”).

2.1.3. Gestão de sessões

O *Session Management Enabler* (SME) controla sessões *multiparty*, dependendo da informação de contexto. O início, modificação/renegociação e terminação das sessões pode acontecer sempre que um novo conteúdo é seleccionado ou quando o contexto muda (por exemplo, em ambientes ruidosos substituir o áudio por legendas). Este *enabler* interage com uma plataforma “legacy” 3GPP/IMS para efectivamente estabelecer as sessões SIP entre o grupo de utilizadores seleccionados pelo GME e o fornecedor de conteúdos. Note-se que o tipo de cenários tipicamente de interesse para as *Service Delivery Platforms* são *server-initiated /operator-driven*, ou seja, iniciadas pela plataforma (e.g. iniciar uma sessão sempre que há um anúncio de interesse a transmitir). Dependendo do contexto, as sessões são assim iniciadas pelo servidor SIP e estabelecidas entre o servidor de conteúdos e os utilizadores para entrega do conteúdo mais apropriado previamente seleccionado pelo CSE. Utilizando a *framework* de contexto, a negociação SIP fica simplificada, pois o SME está ciente das capacidades do terminal (via *Context Broker*) e das

características dos conteúdos (via servidor de conteúdos). Em suma, este *enabler* acrescenta *context-awareness* ao componente “legacy” 3GPP/IMS CSCF (*Call Session Control Function*) [5] (que serve de base no PTIN *Shipnet* ao componente IP-Deck).

2.1.4. Gestão de rede

Para garantir qualidade nas sessões efectivamente estabelecidas há que assegurar que existem recursos na rede para transmitir os conteúdos seleccionados. Com base nas características do conteúdo, nas preferências do utilizador, nas capacidades dos terminais e na informação de contexto de rede, ou seja, na informação de QoS (no *core* e no acesso), o *Network Management Enabler* (NME) verifica se há condições na(s) rede(s) para servir cada sessão. Se houver, cria subgrupos optimizados de acordo com os diferentes requisitos (e.g. *bit rate*, *codec*, rede de acesso), reserva os respectivos recursos e estabelece os caminhos necessários (essencial no caso de comunicação *multicast*). Se por outro lado não houver recursos disponíveis para transmitir o conteúdo em causa, tenta encontrar as melhores condições de rede para servir o pedido, ainda que tenha de passar por uma adaptação do conteúdo e redução da QoS exigida (e.g. *bit rate*). Permite ainda uma eficiente reacção e adaptação à mudança por degradação da rede ou alterações do contexto. De forma semelhante ao SME, o NME introduz *context-awareness* na gestão e controlo de rede, tipicamente prestada pelo “legacy” TISPA/RACS (*Resource Admission Control System*) [6] (que serve de base no PTIN *Shipnet* ao produto PTIN IP-Rudder).

2.2. Gestão de conteúdos

O constante crescimento do tráfego de vídeo nas redes móveis e a grande heterogeneidade de dispositivos capazes de transmitir conteúdos multimédia exigem rápida adaptação, não só dos serviços e das redes, como também dos conteúdos. O conjunto de módulos identificados na figura 1 como *Content Management* encarrega-se de processar e entregar o conteúdo ao utilizador no melhor formato possível; inclui, para além de um *streamer*, um repositório de meta-dados que é criado automaticamente a partir dos conteúdos disponíveis, um pré-processador e transcodificador para adaptar conteúdos. Este conjunto de módulos fornece informação ao CSE sobre os conteúdos disponíveis e recebe instruções em troca sobre o conteúdo seleccionado, o qual é pré-processado e transmitido ao grupo de utilizadores escolhidos pelo GME, de acordo com as condições de rede disponibilizadas pelo NME. O *Content Management* disponibiliza uma interface SIP ao SME para completar e efectivar a sessão.

2.3 Framework de contexto

O principal componente da *framework* global de contexto é o *Context Broker* (CxB), que recebe informação de um conjunto alargado de *Context Providers* (CxPs). O *Context Broker* (CxB) oferece uma interface única de acesso à informação de contexto a todos os *Context Consumers* (CxCs), ou seja, a todos os módulos, serviços e aplicações que dependem desta informação para tomar decisões ou simplesmente para disponibilizar informação personalizada ao utilizador.

O CxB funciona como um mediador e agregador de informação de contexto pois “conhece” todos os CxP e controla o fluxo de informação entre os CxP e os CxC. No C-CAST, tanto o CxB como os CxP expõem interfaces *REST-like* que funcionam sobre http. A vantagem desta solução é a simplicidade no acesso, que se efectua simplesmente invocando um URL específico que basicamente identifica o servidor e o módulo de contexto que se pretende inquirir. A informação de contexto é representada usando *ContextML* (*Context Markup Language*), uma adaptação XML que assegura a comunicação entre módulos da *framework*. A desvantagem desta solução é sua pouca flexibilidade que advém da utilização do REST (uma linguagem do tipo *Request-Response* e não *Publish-Notify*; sempre que há uma alteração de contexto é mais conveniente notificar automaticamente os interessados do que inquirir) e do próprio CxML que é pouco dinâmico e extensível para incluir novos *context providers* e nova informação de contexto. Para além disso, esta implementação pertence à Telecom Itália e está actualmente em pré-produção.

A arquitectura de contexto PTIN é em tudo semelhante à implementada no projecto C-CAST mas difere nas tecnologias utilizadas. Tentou-se com esta implementação alcançar dois objectivos importantes: ter um pré-produto PTIN e ultrapassar as limitações sentidas na implementação C-CAST. Para além de um novo GME e CSE desenvolveu-se de raiz um novo *Context Broker*.

2.3.1. Broker de contexto PTIN

A plataforma de contexto PTIN usa XMPP (*Extensible Messaging and Presence Protocol*) [9] como o principal protocolo de comunicação dado que resolve algumas questões importantes, como a federação e as notificações (o *Publish-Subscribe* - *PubSub* - usa um *standard* bem definido). O XMPP é um protocolo aberto, originalmente pensado para serviços de *Instant Messaging*, mas aplicado cada vez em sentido mais lato noutros serviços. É um protocolo baseado

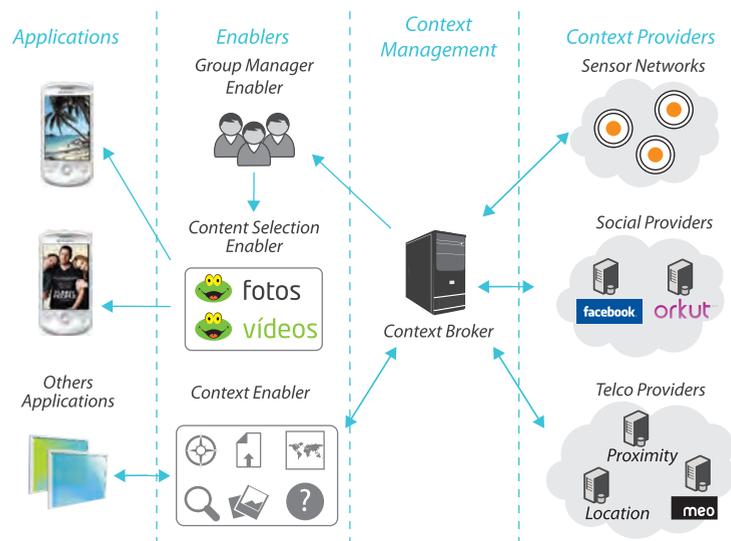


Figura 2 - Arquitectura PTIN

em XML e assenta em ligações persistentes e *stateful* com suporte de identidade, segurança e presença. O protocolo é facilmente extensível, sendo esta uma das características mais importantes, pois permitiu-nos facilmente acrescentar a funcionalidade pretendida, ou seja, a troca de informação de contexto.

Na Figura 2 pode ver-se a arquitectura global do CxB PTIN, salientando-se o caso particular da aplicação já desenvolvida em terminais Android [10] para entrega *context-aware* de conteúdos SAPO (SAPO fotos e SAPO vídeos).

2.3.2. Fornecedores de contexto PTIN

Os fornecedores de contexto e a agregação de informação que daí advém tornam esta *framework* global de contexto verdadeiramente interessante. Este pequeno demonstrador inclui fontes heterogéneas de contexto que vão desde as redes sociais a servidores de localização, passando por sensores e caixas do MEO. É já possível com este pequeno agregado ter uma ideia bastante completa das preferências e actividades do utilizador.

Os CxP recebem informação do que chamamos agentes de contexto. Alguns destes agentes poderão ser específicos, como é o caso dos WSN (*Wireless Sensors Network*) que comunicam com o *provider* usando um protocolo próprio. No entanto, na sua maioria, os agentes são diversos e os *providers* recebem informação de agentes que tanto podem estar em terminais *Android*, como em redes sociais ou boxes do Meo.

Actualmente existem os seguintes CxP:

- > **Localização** – fornece informação sobre a localização do utilizador. Funciona tanto com coordenadas GPS como com a informação da célula de um dispositivo móvel;
- > **Perfil de utilizador** – fornece detalhes acerca do perfil do utilizador, como sexo, data de nascimento, residência e outras informações básicas;
- > **Perfil social** – fornece todos os detalhes que é possível obter de redes sociais (Facebook e Orkut) sendo a informação mais relevante as preferências do utilizador para além da lista de “amigos”;
- > **Capacidades do terminal** – fornece informação acerca das capacidades do(s) terminal(is) que o utilizador dispõe, como o tamanho do ecrã, volume de toque, sensores disponíveis, etc.;
- > **Movimento e luminosidade** – fornece informação acerca de movimento e de condições de luz sempre que o(s) terminal(is) permitam recolher este tipo de informação;
- > **Meo** – fornece informação acerca da box Meo como o canal sintonizado, programa, volume, etc.

Conclui-se com este trabalho PTIN que, usando XMPP na publicação e notificação e o sistema de *PubSub*, conseguiu ir-se ao encontro de alguns requisitos inicialmente exigentes e de não fácil resolução, mas no

caso do XMPP alguns dos mecanismos já estão implementados de raiz, o que facilitou a tarefa com vantagens claras de performance. O tempo de resposta entre a publicação de novo contexto e a formação de grupos e consequente recepção de conteúdos pelo utilizador final é bastante satisfatório e não implica constante *polling* de informação ao servidor. Usando XMPP como protocolo de comunicação tem-se ainda a vantagem de ter informação de presença associada, não havendo necessidade de criar um *provider* específico para o efeito.

3. Resultados

Para além dos conhecimentos adquiridos em áreas cruciais para as futuras redes de telecomunicações (*context-awareness*, *smart spaces*), foi desenvolvido um demonstrador como prova de conceito e um conjunto de aplicações que comprovam a utilidade da informação de contexto em serviços avançados de *content delivery*.

No âmbito do projecto C-CAST, foram desenvolvidas três aplicações que representam três cenários distintos de utilização. Foram disponibilizadas através de *smartphones* com a plataforma *android* e requerem muito pouca interacção por parte do utilizador, demonstrando assim a capacidade inteligente e proactiva da plataforma. Na sua concepção foram tidas em consideração situações do dia-a-dia onde se privilegia a interacção humana e dos seus dispositivos móveis em espaços tipicamente públicos. Estes espaços transformam-se facilmente em *smart spaces* ao usufruírem da plataforma *context-aware* desenvolvida no projecto. Uma deslocação de comboio, uma visita a um centro comercial ou a realização de uma festa ou evento social são exemplos de situações interessantes que exploram as funcionalidades desenvolvidas. O denominador comum entre estas situações é a informação de contexto que alimenta o sistema e permite a personalização na entrega de conteúdos ao utilizador ou grupo alargado de utilizadores.

A aplicação *Train*, em que os utilizadores viajam de comboio, foi desenvolvida para demonstrar as capacidades de mobilidade e interacção do sistema com o ambiente, ao mesmo tempo que configura e reconfigura a rede, mantendo a qualidade da transmissão do vídeo na percepção do utilizador (*QoE* – *Quality of Experience*). Esta assenta na disponibilização de conteúdos curtos ou longos, como notícias ou filmes, com a dimensão adequada ao tempo livre que o utilizador dispõe. Permite também entre outras coisas, a notificação de atrasos

nas ligações dos comboios, bem como opções e alterações de percurso.

A aplicação *Mall*, em que os utilizadores se encontram num centro comercial e percorrem as várias lojas, permite demonstrar a interacção de terceiros (*third party content providers*) com o sistema, e como podem disponibilizar os seus conteúdos, nomeadamente publicidade. Assim, ao passearem-se pelo centro comercial, os utilizadores recebem notificações ou conteúdos de acordo com o seu contexto (localização, preferências em redes sociais, disponibilidade, disposição, etc.). Um utilizador pode receber um anúncio de uma promoção de um videogame quando passa por uma *game store*, enquanto outro pode receber um áudio da sua banda favorita quando passa em frente de uma loja de música. É possível realizar publicidade selectiva e personalizada, com uma maior probabilidade de sucesso e aceitação junto do utilizador.

Por fim, a aplicação "*Party*" privilegia a criação de grupos e redes sociais entre os utilizadores, para além da disponibilização e partilha de conteúdos produzidos pelos mesmos. Esta aplicação permite aos utilizadores definirem eventos ad-hoc, convidar os seus amigos e enviar-lhe informação de forma selectiva. Após a definição de um evento social, é possível enviar convites para o grupo de amigos e marcar o evento na sua agenda caso previamente tenham demonstrado interesse neste tipo de eventos. Assim, é possível gerir disponibilidades e confirmações ou verificar atrasos em tempo real. Qualquer um dos elementos do grupo pode produzir fotos ou vídeos e partilhá-los através da plataforma com os outros elementos, quer estes estejam ou não no evento. Dependendo da localização e preferências, as fotos e os vídeos produzidos são votados, seleccionados e enviados para diferentes amigos conjuntamente com publicidade (e.g. os amigos que estão no bar recebem todas as fotos produzidas enquanto os que ainda não chegaram recebem só as top 5; os que não são amigos mas estão nas imediações podem receber uma imagem promocional do evento e um anúncio referenciando a sua bebida preferida).

Em paralelo desenvolveu-se a aplicação *MyContentSapo* para mostrar e filtrar conteúdos SAPO de forma *context-aware*, ou seja consoante a informação de contexto de cada utilizador (localização, disponibilidade, idade, etc.), a aplicação apresenta os conteúdos mais adequados (actualmente conteúdos do SAPO fotos e SAPO vídeos). Esta aplicação foi desenvolvida para termi-

nais *Android* e corre directamente sobre a *tesbed* PTIN. Usando o GME, criam-se de grupos de utilizadores com as mesmas características de contexto e o CSE selecciona os conteúdos mais apropriados, seguindo critérios previamente definidos (e.g. mostrar fotos de Aveiro para as pessoas que se encontram em Aveiro). Assim, utilizadores que se encontrem no mesmo local e que tenham interesses e perfis semelhantes serão tipicamente colocados no mesmo grupo e visualizam conteúdos idênticos (i.e. mesmas fotos e vídeos SAPO).

Estas aplicações e os diferentes cenários de demonstração têm sido apresentados em vários eventos internos (e.g. *Open Day* PTIN, *workshop* LTE) e externos (e.g. Conferência ICT *Mobile Summit* 2010 em Florença, NEM *Mobile Summit* em Barcelona). A importância deste trabalho advém não só do conhecimento adquirido na área de *context-awareness* como também na área de conteúdos, uma aposta clara de negócio de todos os *stakeholders* de telecomunicações e Internet.

4. Importância para os negócios do Grupo PT

A informação é um bem valioso e, informação de contexto em particular, permite adaptar melhor os serviços e os conteúdos às necessidades dos clientes. O operador encontra-se numa situação privilegiada para prestar serviços *context-aware*; através de *enablers* que facilitem a construção de aplicações por terceiros, serviços de mediação e agregação como os prestados pelo *Context Broker* e informação de contexto em bruto (e.g. perfil dos clientes, medidas de QoS, etc.) e/ou inferida à custa de informação de contexto já existente (e.g. situacional – a correr, a dormir). Investindo nesta área, as vantagens competitivas do operador podem de facto aumentar na sua relação com os restantes intervenientes no mercado das telecomunicações (fornecedores de serviços, conteúdos, aplicações, Internet *Providers*, etc.). Na relação com o cliente as vantagens são também claras: serviços mais inteligentes e atractivos e maior personalização dos conteúdos.

Concretamente em produtos PTIN, este trabalho poderá ter impacto nos produtos *Shipnet* e nas plataformas de conteúdos do tipo MEO e DINO. Tipicamente os *enablers* deverão integrar um SDP (*Service Delivery Platform*) e deverão servir para recomendar e seleccionar conteúdos (profissionais, anúncios ou até mesmo gerados pelos utilizadores).

Encontra-se actualmente em desenvolvimento um recomendador de programa-

ção para o MEO e vai dar início o trabalho de estudo e possível integração com o IP-CDS (*Content Delivery Suite*) e DINO (Plataforma de gestão de conteúdos PTIN).

5. Conclusões

O trabalho apresentado neste artigo reflecte os resultados do projecto Europeu ICT FP7 C-CAST (*Context Casting*) liderado pela PTIN que desenvolveu uma plataforma *context-aware* para selecção e entrega de conteúdos. Os resultados deste projecto permitiram desenvolver uma solução PT Inovação que se prevê vir a ser utilizada e explorada internamente, conjugada com produtos já existentes.

Apesar de *context-awareness* ser um conceito já existente há mais de 10 anos [11], está actualmente a ganhar particular relevância devido sobretudo à crescente pervasividade dos dispositivos (sensores) e aplicações (e.g. Facebook) e à sua cada vez maior portabilidade e mobilidade. Várias empresas, como a Intel [12], IBM[13], ORACLE[14], entre outras, começam a apostar nesta área, assim como outros intervenientes do mundo Internet e das Telecomunicações (e.g. Telecom Itália). Parece o momento certo para investir nesta área, introduzir mais inovação nos serviços e elevar a QoE do cliente.

Referências

- [1] A. Dey, G. Abowd, Towards a better understanding of context and context-awareness. In CHI 2000 workshop on the what, who, where, when, and how of context-awareness, vol. 4. Citeseer, pp. 1-6. 2000.
- [2] N. Baker, et al, "Context-Aware Systems and Implications for Future Internet", Future Internet Conference, Prague, Czech Republic, May.
- [3] <http://www.ict-ccast.eu/>
- [4] M. Zafar, et al., Context Management Architecture for Future Internet Services. ICT Mobile Summit 2009.
- [5] J. Simões, P. Weik, T. Magedanz, "The Human side of the Future Internet", Towards the Future Internet, IOS Press, 2010, pp. 183-192 (doi:10.3233/978-1-60750-539-6-183).
- [6] J. Antoniou, C. Christophorou, A. Neto, S. Sargento, F. C. Pinto, N. F. Carapeto, T. Mota, J. Simoes, A. Pitsillides, "Session and Network Support for Autonomous Context-Aware Multiparty Communications in Heterogeneous Mobile Systems", International Journal of Handheld Computing Research, February 2010.
- [7] <http://www.3gpp.org/article/ims>
- [8] <http://www.juniper.net/techpubs/software/management/sdx/sdx64x/sw-sdx-solutions/html/ims-integration5.html>
- [9] <http://www.android.com/> (accessed July 2010).
- [10] The XMPP Standards Foundation: <http://xmpp.org/>
- [11] Guanling Chen and David Kotz, A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research, Department of Computer Science, Dartmouth College, Dartmouth Computer Science Technical Report TR2000-381.
- [12] INTEL <http://www.engadget.com/2010/09/15/intel-building-a-context-aware-api-for-smartphones-and-tablet-pc/>
- [13] IBM <http://www.ibm.com/developerworks/web-services/library/ar-conawserv/index.html>
- [14] ORACLE <http://www.oracle.com/us/corporate/analystreports/infrastructure/amr-generation-seven-portals-167008.pdf#search=%22context-awareness%22>

Telma Mota, concluiu a Licenciatura e Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores na Universidade do Porto. Ingressou na empresa TLP SA, onde realizou trabalho de planeamento e dimensionamento de redes de comutação digital, Redes Inteligentes e teletráfego. Desde 1994 que integra a PT Inovação e tem estado ligada às áreas de gestão e arquitecturas de Redes e Serviços; IN, evolução da IN, TINA, Parlay, IMS, TISPAN e MBMS, assim como às normas 3GPP que se dedicam a definir aspectos de estabelecimento de Sessões Multimédia, QoS, Mobilidade e Multicast. Recentemente tem-se dedicado às arquitecturas de serviços; OMA, SOA, Web 2.0. Participou em diversos projectos Europeus (Eurescom e IST), liderou o C-CAST e na PTIN é responsável pela divisão "Plataformas e Redes Multiserviço".

Ricardo Otero Santos, licenciado e Mestre em Engenharia Informática pela Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra em 2006 e 2008, respectivamente. Enquadrou o programa talento da PT Inovação em Setembro de 2007 e é, desde Abril de 2009, bolseiro no Instituto de Telecomunicações em Aveiro. Inicialmente integrou o projecto Europeu C-CAST, encontrando-se actualmente a participar activamente no desenvolvimento de um broker de contexto com base em XMPP e respectivos componentes e aplicações para Android.

Nuno Filipe Carapeto, licenciado em Engenharia Informática e Sistemas desde 2005 pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Participa desde esta data em projectos co-financiados pela Comissão Europeia: EuQoS (2005-07), HURRICANE (2008), C-CAST (2009-10), MEDIEVAL (2010). Contratado desde 2008 pela PT Inovação trabalha na área de gestão e controlo de rede, contexto, QoS, mobilidade e multicast. Encontra-se também a desenvolver o seu Doutoramento na Universidade de Coimbra em gestão de mobilidade apoiada por informação de contexto.

João Miguel Gonçalves, licenciou-se em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra em 2006. No mesmo ano foi admitido como bolseiro no Instituto de Telecomunicações em Aveiro, no âmbito do projecto europeu C-MOBILE. Em Junho de 2008 completou, com Distinção, o Mestrado em Wireless Networks pela Queen Mary University of London. Em Setembro de 2008 iniciou a sua actividade na PT Inovação, tendo paralelamente integrado o programa doutoral MAP-i. A tese de doutoramento, em progresso, intitula-se "Integrated Identity and Context Management Architecture for Privacy-Enabled Context-Awareness", cujos trabalhos se relacionam com os mais recentes projectos Europeus em que participou e participa, respectivamente C-CAST e SOCIETIES.

Filipe Cabral Pinto, é licenciado em Engenharia Electrotécnica pela Universidade de Coimbra e concluiu com distinção o mestrado em telecomunicações, pela Queen Mary University of London. Actualmente investiga a utilização de informação de contexto na optimização de serviços multicast. Ao longo do seu percurso na PT Inovação desenvolveu actividades nos Projectos Europeus C-CAST, C-MOBILE, B-BONE, EVEREST, OPIUM e NETGATE. Colaborou ainda no projecto e instalação de diversas redes de transmissão de dados.

03

Personal smart spaces

palavras-chave:
Sistemas Pervasivos, *Context-Awareness*,
Ambiente Inteligentes, *Personal Smart Spaces*,
Privacidade, Personalização, Proactivo.



Sancho Rêgo



Telma Mota



Christopher Lima

A tendência actual no desenho de sistemas pervasivos concentra-se no aprovisionamento de *smart spaces*, na sua maioria estáticos e isolados, correndo-se o risco de evoluir no sentido de construir ilhas com inteligência e não no sentido distribuído e de utilização verdadeiramente pervasiva entre eles. O utilizador deve ser capaz de oferecer e utilizar serviços e recursos de *smart spaces* vizinhos. As comunicações móveis devem evoluir no sentido mais futurista dos ambientes inteligentes, *smart spaces* ubíquos e sistemas pervasivos ⁽¹⁾. *Context-awareness* [1] é a chave para garantir pervasividade, ou seja, identificar situações e criar automatismos na tomada de decisões, levando deste modo as comunicações a um nível mais avançado de maturidade e ubiquidade.

Este artigo apresenta o trabalho realizado sobre esta temática, pelo projecto comunitário ICT FP7 PERSIST (*PERSONal Self-Improving Smart spaces*).

¹ Pervasividade e Pervasiva são palavras que não existem (ainda) em Português, mas vêm do Inglês *Pervasiveness* e *Pervasive*, respectivamente. O conceito pode ser definido como a capacidade de estar sempre presente e tomar as acções mais adequadas sem ser invasivo. Computação pervasiva (*pervasive computing*) reflecte a nova geração da comunicação e informação que se quer em todo o lado, para todos e sempre disponível; a tendência actual é de construir sistemas de *software* cada vez mais ubíquos que acompanham os utilizadores e todos os dispositivos que os rodeiam, permitindo-lhes interagir e comunicar entre si no dia-a-dia, de forma inteligente e contextualizada.

1. Introdução

O objectivo do PERSIST (*PER*sonal *Self-Improving SmarT*spaces) é desenvolver *Smart Spaces Pessoais* (PSS) que sejam capazes de oferecer inicialmente aos seus donos um conjunto mínimo de funcionalidades, mas que vá aumentando conforme estes se vão encontrando com outros PSS no seu dia-a-dia.

Estes espaços serão compostos por um conjunto de dispositivos móveis capazes de aprender e deduzir informação sobre os utilizadores, as suas intenções, preferências e contexto [2]. Ser-lhes-á oferecido um comportamento proactivo que lhes permitirá partilhar informação de contexto com PSS vizinhos, resolver conflitos entre múltiplos utilizadores, fazer recomendações e agir em conformidade, de forma a controlar a sua própria oferta de serviços, dispositivos e recursos.

Neste artigo, começa-se por apresentar com mais detalhe o conceito PSS e analisar as suas características e principais inovações. Apresenta-se em seguida a arquitectura de suporte desenhada no projecto PERSIST e por fim, descrevem-se alguns casos de uso desenvolvidos no projecto para demonstrar o conceito.

2. Personal smart space

Um *Personal Smart Space* é definido como: "um conjunto de serviços existente dentro de um espaço físico dinâmico estabelecido por terminais interligados; este conjunto de serviços pertence a um utilizador único, que tanto pode representar um indivíduo como uma organização. É capaz de interagir com

outros PSS, possui mecanismos de aprendizagem e a capacidade de comportamento proactivo." [3]

Partindo desta definição, e expandindo um pouco, podemos analisar algumas das propriedades e noções básicas de um PSS. Antes de mais, se o *Smart Space* é Pessoal, então há o conceito inerente de "dono", sendo este o indivíduo ou entidade legal (i.e. organização) que administra o PSS. Este conceito, aparentemente simples, tem um enorme impacto a todos os níveis do *Smart Space* [4], criando requisitos e motivando inovações.

Um PSS acompanha o seu utilizador; não é definido por conjunto pré-definido de dispositivos interligados num determinado local físico, mas sim de forma dinâmica, de acordo com os dispositivos e serviços que a cada momento estão contactáveis (Figura 1). Estes podem ser da mais variada natureza, desde PDA impressoras, ar condicionado, projectores, televisões, automóveis, etc. Em alguns casos, existirá uma infra-estrutura de rede (e.g. WLAN) que os interliga, noutros a comunicação terá de ser feita de uma forma ad-hoc (e.g. *Bluetooth*); é necessário que o PSS seja capaz de detectar e suportar a comunicação entre todos estes dispositivos, adaptando-se às circunstâncias.

Esta capacidade de ligação dinâmica não se aplica só aos dispositivos que integram um PSS, mas também entre PSS fisicamente próximos [5]. Nesta circunstância, os PSS devem ser capazes de se detectar mutuamente, interagir, trocar informação e possi-

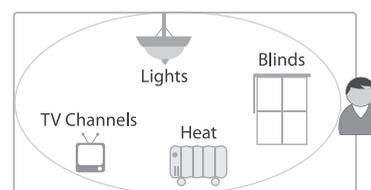


Figura 1 - Um PSS comunica com uma variedade de dispositivos

velmente oferecer e partilhar alguns dos seus serviços e recursos (Figura 2).

Por exemplo, a impressora de um escritório pode fazer parte do PSS da assistente administrativa, mas esta define uma política de partilha com os colaboradores do seu departamento. Deste modo, quando um colaborador se encontra nas imediações do PSS da assistente, o serviço "impressora" é automaticamente partilhado com o PSS do respectivo colaborador de forma transparente. Neste exemplo simples, está subjacente não só a adaptação do PSS ao que o rodeia e a capacidade de oferecer e utilizar serviços e dispositivos dentro e fora do seu domínio, mas também a noção de pertença, identidade e privacidade; um PSS pertence sempre a alguém ou alguma entidade. Esta característica permite ao PSS decidir quando, como e com quem trocar informações e se deve ou não partilhar os seus serviços. No caso do exemplo: "Estás próximo? És parte do meu departamento?" A noção de dono é intrínseca a todo o funcionamento do PSS, e conjugando-a com a capacidade de comunicação *ad-hoc* do PSS com outros dispositivos e outros PSS, é fundamental a existência de mecanismos de segurança e gestão de identidades. Um PSS contém uma enorme quantidade de informação sobre o seu utilizador e esta deve ser protegida. Deste modo, sempre que dois PSS se encontram e partilham informação ou recursos, há necessariamente todo um processo de negociação de forma a assegurar confiança entre eles.

Por outro lado, o PSS tem a capacidade de

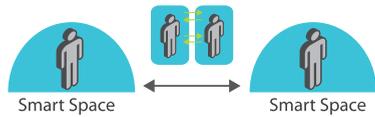


Figura 2 - Interação de dois PSS

ser móvel, ou seja, acompanha o seu dono, e deve adaptar-se dinamicamente às circunstâncias e às novas necessidades, sendo o contexto do utilizador e do ambiente que o rodeia o motor principal do seu funcionamento. O PSS deve capturar informações de contexto de uma enorme variedade de fontes (sensores ambientais, informações de rede, perfis de utilizador, etc.). Esta informação de "baixo nível" pode ainda ser processada de forma a inferir informação de mais "alto nível" sobre o utilizador e o seu estado (e.g. situacional, estado de espírito). Esta informação permite ao PSS conhecer o seu dono/utilizador e adaptar-se de uma forma dinâmica, reconfigurando-se e personalizando os serviços nele existente ou os partilhados por outros PSS.

Contudo, o conhecimento do seu utilizador não se limita apenas à adaptação de serviços. Pretende-se que o PSS seja verdadeiramente "inteligente" e funcione de forma pervasiva e automática. Deste modo, o PSS possui a capacidade de analisar a informação de utilização e conjugá-la com informação de contexto, recorrendo a algoritmos apropriados.

Para tal, usam-se modelos e regras dependentes do comportamento e das preferências do utilizador que potenciam um conjunto de acções [6]; estas podem resultar num sistema de recomendações, que sugere ao utilizador um determinado serviço ou numa decisão proactiva, muitas vezes prevendo as acções e necessidades do utilizador e actuando de forma automática para as satisfazer.

Na Figura 3 encontra-se um exemplo simples de aprendizagem, no qual o PSS apercebe-se de uma rotina do utilizador e antecipa as acções a tomar. O Tom sai do seu gabinete a caminho de uma reunião, mas não sem antes colocar a indicação de "out-of-office" no seu e-mail e apagar a luz. Assim que chega ao local da reunião manda imprimir a agenda. O PSS do Tom regista o seu comportamento e na reunião seguinte, assim que ele coloca "out-of-office" no seu e-mail e apaga a luz, este toma a iniciativa de mandar imprimir a agenda. Neste exemplo, estão presentes as capacidades de aprendizagem do PSS e de tomada de decisões de forma proactiva. Num contex-

to mais alargado, à medida que o PSS é utilizado e os modelos de comportamento vão sendo alimentados com mais informação, será possível ao PSS tomar decisões em situações mais complexas (e.g. por analogia com outros comportamentos), para além das apenas baseadas na repetição, como neste exemplo.

Em suma, podemos descrever as características fundamentais de um PSS da seguinte forma:

> **Oferece permanentemente funcionalidades pervasivas** - o PSS acompanha o utilizador mesmo quando ele se desloca entre *smart spaces* fixos, pelo que o utilizador nunca deixa de ter funcionalidades pervasivas;

> **Suporta a interligação de *Smart Spaces* isolados, integrando os domínios fixo e móvel** - por exemplo, integrando o PSS de um paciente com o de um consultório médico, de modo a transferir dados dos sensores biométricos;

> **Permite a interação de um utilizador de um PSS com outros utilizadores de forma ad-hoc** - de modo a partilhar serviços, recursos, contexto e outros dados;

> **Centra o conceito de *Smart Space* no utilizador** - através da personalização dos serviços fornecidos pelos PSS; exemplo: adaptação automática dos aspectos ergonómicos de um carro alugado através da informação disponibilizada pelo PSS do condutor;

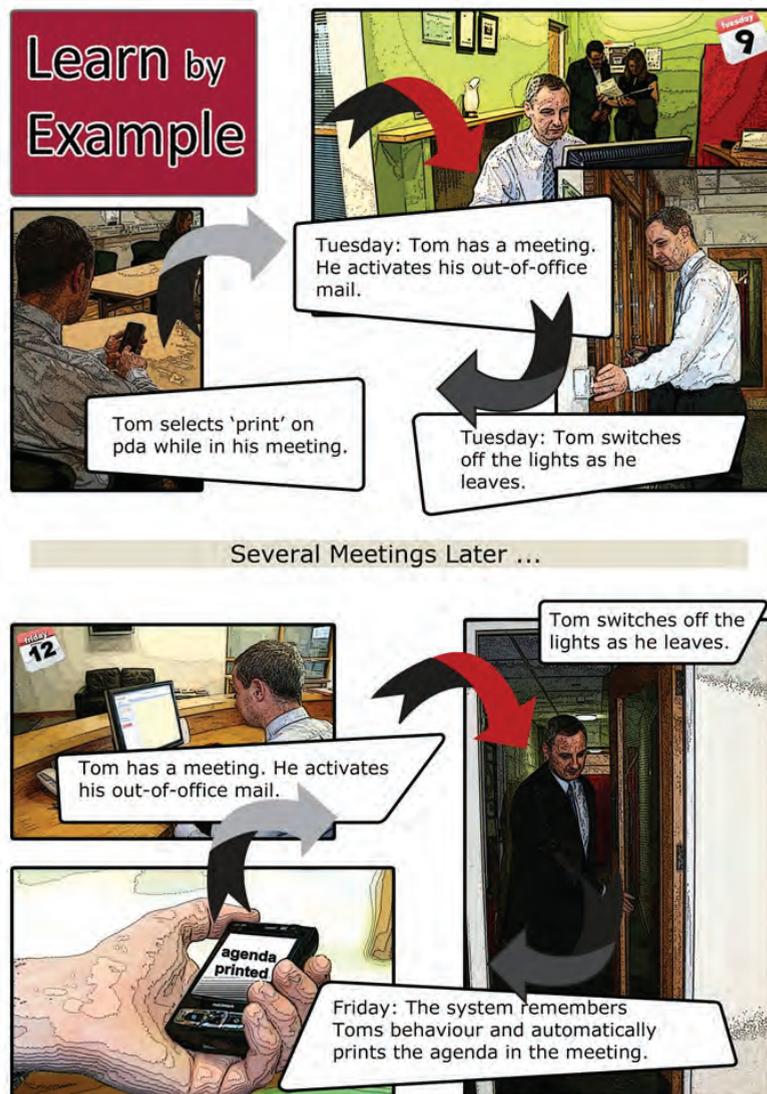


Figura 3 - Aprendizagem e comportamento proactivo

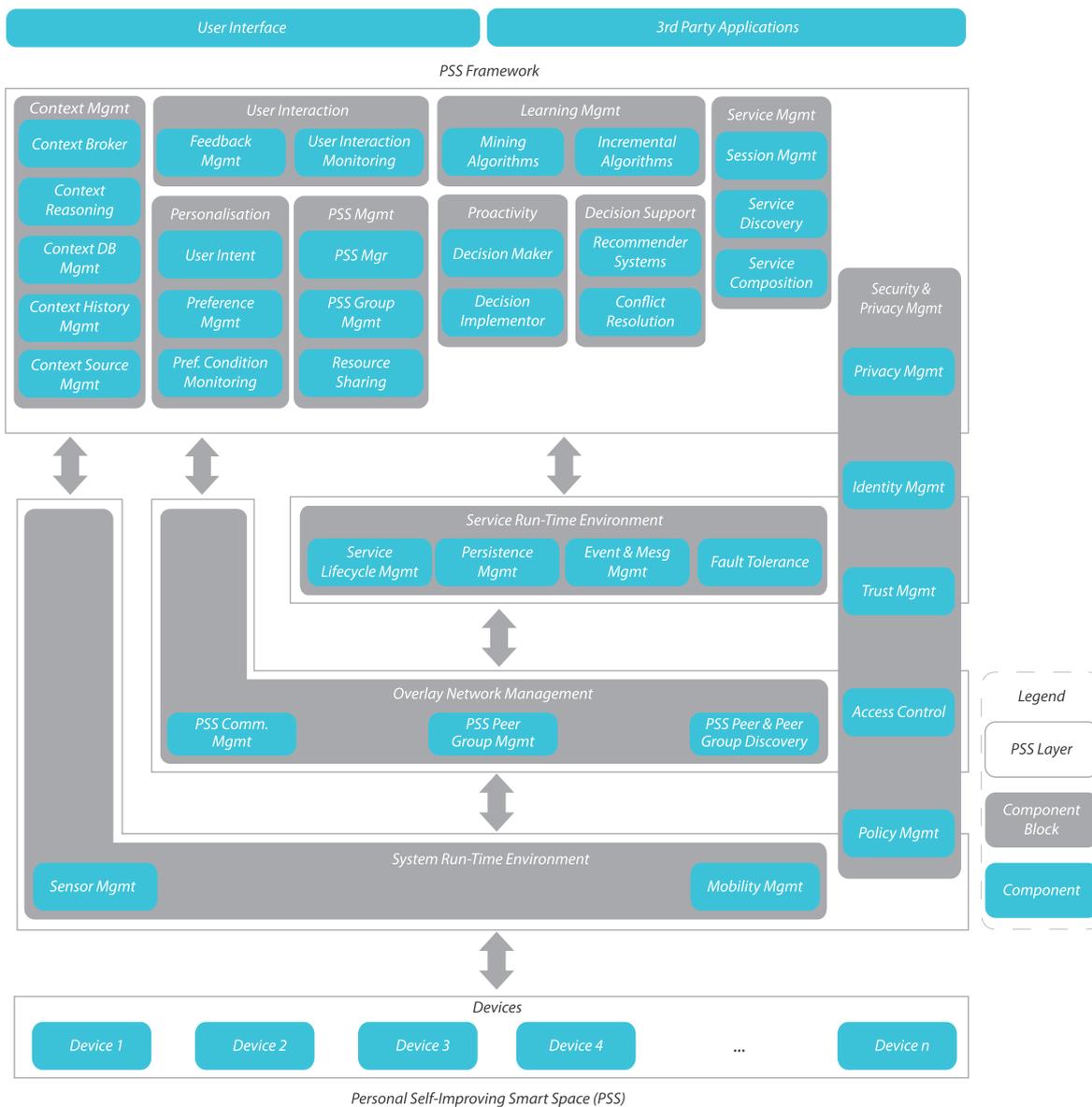


Figura 4 - Arquitetura do PSS

- > **Inclui no Smart Space aspectos de identidade e privacidade** - através do suporte a gestão de identidades, políticas de privacidade e negociação, avaliação de níveis de confiança e reputação;
- > **Permite novos modelos de negócio** como, por exemplo, ser-se micro-operador para outros PSS.

3. Arquitetura de um PSS

A arquitetura elaborada no PERSIST, e representada na Figura 4, segue um modelo de camadas, em que cada uma contém um certo número de componentes que, por sua vez, são agrupados em blocos funcionais [7].

Segue-se a descrição de cada camada:

- > **PSS Framework** - é a camada chave da arquitetura; são os componentes desta camada que implementam as funcionalidades mais inovadoras inerentes ao conceito de um PSS, tais como: contexto, personalização, mecanismos de aprendizagem, proatividade e recomendação, entre outros;
- > **Service Run-Time Environment** - é a camada que serve de contendor aos serviços que correm num PSS, fornecendo funcionalidades de gestão do seu ciclo de vida e registo dos serviços e disposi-

tivos. Além disso, permite que a gestão dos serviços seja feita de forma distribuída pelos vários dispositivos de um PSS. Tem ainda capacidades de tolerância a falhas;

- > **Overlay Network Management** - é a camada da arquitetura que dota um PSS de capacidades de comunicação *peer-to-peer*. Entre as funcionalidades presentes, encontram-se a gestão de grupos de *peers* que formam um PSS, a descoberta de outros *peers* (pertencentes ou não ao PSS) e ainda o encaminhamento de mensagens, tanto para *peers* do próprio PSS, como para outros PSS;

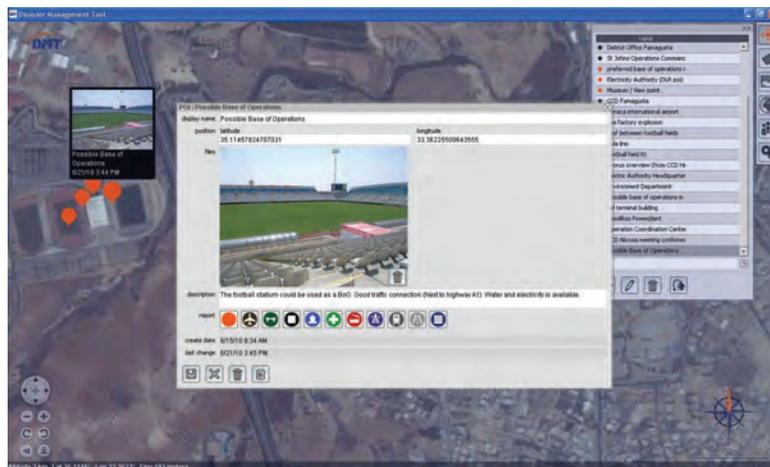


Figura 5 - Partilha de pontos de interesse na DMT



Figura 6 - Personalised Smart Workspace

- > **System Run-Time Environment** - é a camada de abstracção entre o *software* do PSS e o sistema operativo do dispositivo, permitindo assim tornar a *framework* desenvolvida independente da plataforma;
- > **Security & Privacy Management** - é a camada “vertical”, que abrange todas as outras, fornecendo mecanismos de privacidade, gestão de identidades, controlo de acessos e segurança, essenciais ao funcionamento de um sistema pervasivo;
- > **Devices** - um PSS pode integrar diferentes dispositivos com diferentes capacidades de processamento e rede. De for-

ma a otimizar a sua utilização, cada dispositivo pode “optar” por usar todas as funcionalidades da *framework*, apenas parte, ou limitar-se a interagir com os outros elementos do PSS.

4. Exemplos de Casos de Uso

A melhor forma de perceber as potencialidades da plataforma é através de casos de uso; estes explicam de forma mais concreta o envolvimento de um PSS e das suas capacidades na prestação de serviços pervasivos.

Nesta secção, serão apresentados dois dos cenários concebidos e implementados no âmbito do PERSIST e utilizados como demonstradores finais.

4.1. Disaster Management Tool

Em situações de catástrofe natural, a partilha eficiente de informação entre as entidades responsáveis é fundamental no esforço de socorro. O objectivo da *Disaster Management Tool* (DMT) é aproveitar as capacidades de comunicação *ad-hoc* (porque em situações de desastre as infra-estruturas tradicionais estão muitas vezes indisponíveis) e de partilha de informação entre PSS para facilitar esta tarefa (Figura 5).

Recorrendo ao DMT, o utilizador tem acesso a informação da zona crítica via satélite; quando outro PSS é detectado (caso este seja também de um agente de socorro), é estabelecida automaticamente a ponte de comunicação, havendo uma troca automática de informação de contexto. A ferramenta pode então indicar ao utilizador os pontos de interesse, informações actualizadas sobre a situação no terreno, e desta forma aumentar a eficiência do esforço de socorro.

4.2. Personalised Smart Workspace

Este cenário aproveita as capacidades de um PSS para tornar uma sala de reuniões um *Smart Space* mais inteligente (Figura 6). O PSS existente na sala é capaz de interagir com os PSS dos convidados, oferecendo-lhes um conjunto variado de serviços e funcionalidades, como por exemplo, indicar a cada um qual o seu lugar ou gerir de forma proactiva o acesso a recursos (e.g. projectores, impressoras).

Como exemplo de funcionamento, o PSS consulta a agenda e sabe que é o João a falar e automaticamente coloca a sua apresentação no projector. De seguida, a agenda indica que seria o Jorge a fazer a sua apresentação, contudo como as informações de contexto do João indicam que ele ainda está de pé, a falar, o PSS da sala apercebe-se que a primeira apresentação ainda não terminou e espera.

5. Conclusões

Num mundo onde os dispositivos e os serviços estão cada vez mais personalizados e móveis, a necessidade de partilha de informação torna-se essencial para os utilizadores e para quem quer rentabilizar os seus próprios serviços. Quando não se dispõe da informação necessária numa determinada situação (e.g. conteúdo, serviço e/ou recurso), poder utilizar a do vizinho próximo é o mais conveniente. Um PSS de um utilizador ou de uma entidade empresarial pode, para além de aprender o comportamento do seu próprio dono, antever o que ele precisa e tomar decisões de forma proactiva, ajudar também o seu vizinho, assim ele o queira e permita.

O conceito de *Smart Space Pessoal* introduzido e explorado pelo projecto PERSIST oferece um conjunto alargado de funcionalidades pervasivas permitindo, deste modo, ultrapassar as limitações dos *Smart Spaces* actuais, que tendem a ser ilhas isoladas, frequentemente dotadas de pouca inteligência e fixas num determinado espaço físico. A associação intrínseca de um PSS a um utilizador ou entidade, permite-lhe acompanhar o seu dono, sendo portanto dotado de mobilidade. Com base nas preferências e na auto-aprendizagem molda-se às circunstâncias em seu redor e a diferentes modos de comportamento. A informação de contexto desempenha um papel fundamental, pois permite ao PSS obter informação relevante e processá-la de forma a inferir informação situacional mais complexa, permitindo-lhe adaptar-se e oferecer os seus serviços de forma mais adequada e personalizada.

Para além da importância científica deste trabalho, há que referir o seu enorme potencial e relevância para a PT. Os sistemas pervasivos estão na ordem do dia para quem quer ser verdadeiramente inovador. A capacidade de auto-adaptação e partilha de serviços dos *Smart Spaces* Pessoais abre novas perspectivas de negócio para todos os intervenientes do mundo das comunicações.

Referências

- [1] B. N. Schilit, N. I. Adams and R. Want. Context-Aware Computing Applications. In Proceedings of the Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, Santa Cruz, CA. pp. 85-90. IEEE, 1994.
- [2] I. Marsa-Maestre, M.A. Lopez-Carmona, J.R.Velasco, A. Paricio. Mobile Devices for Personal Smart Spaces. Advanced Information Networking and Applications Workshops, 2007, AINAW, 2007.
- [3] <http://www.ict-persist.eu/>. Visitado em Outubro de 2010.
- [4] N.K.Taylor. Personal eSpaces and Personal Smart Spaces. Second IEEE International Conference on Self-Adaptive and Self-Organizing Systems Workshops, 2008.
- [5] I. Roussaki, N. Liampotis, N. Kalatzis, K. Frank, P. Hayden. How to make Personal Smart Spaces Context-aware. PERSIST Workshop on Intelligent Pervasive Environments (AISB), 2009.
- [6] K. Henriksen and J. Indulska. Personalising Context-Aware Applications, in OTM Workshop on Context-Aware Mobile Systems, vol. 3762, Lecture Notes in Computer Science: Springer-Verlag, pp. 122-131, 2005.
- [7] C. Venezia, N.K.Taylor, M.H.Williams, K. Doolin, I. Roussaki. Novel Pervasive Computing Services experienced through Personal Smart Spaces. International Workshop on Data Management in Ad Hoc and Pervasive Computing (DMAHPC), 2009.

Sancho Rêgo, licenciou-se em Engenharia Electrónica e de Computadores pela Faculdade de Engenharia do Porto e obteve o MSc in Telecommunications pela Queen Mary, University of London, com Distinção. Em 2005 entrou na PT Inovação, na área das Plataformas de Serviço, tendo trabalhado e estudado várias tecnologias emergentes, destacando-se em particular a tecnologia JSLEE. Desde 2006 que participa activamente em projectos europeus, tais como OPUCE (*Open Platform for User-centric Service Creation and Execution*), PERSIST (*PERsonal Self-Improving Smart spaces*) e SOCIETIES (*Self Orchestrating Ambient Intelligence Spaces*), assim como em estudos Eurescom. Os seus interesses actuais centram-se em ambientes de execução de serviço, *service delivery platforms* e *cloud computing*.

Telma Mota, concluiu a Licenciatura e Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores na Universidade do Porto. Ingressou na empresa TLP SA, onde realizou trabalho de planeamento e dimensionamento de redes de comutação digital, Redes Inteligentes e teletráfego. Desde 1994 que integra a PT Inovação e tem estado ligada às áreas de gestão e arquitecturas de Redes e Serviços; IN, evolução da IN, TINA, Parlay, IMS, TISPAN e MBMS, assim como às normas 3GPP que se dedicam a definir aspectos de estabelecimento de Sessões Multimédia, QoS, Mobilidade e Multicast. Recentemente tem-se dedicado às arquitecturas de serviços; OMA, SOA, Web 2.0. Participou em diversos projectos Europeus (Eurescom e IST), liderou o C-CAST e na PTIN é responsável pela divisão "Plataformas e Redes Multiserviço".

Christopher Lima, concluiu o mestrado em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina. Actualmente, frequenta o doutoramento em Engenharia Informática pelo Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro e no estatuto de bolsheiro colabora com a PT Inovação em projectos Europeus ligados a computação pervasiva e aplicações sociais e colaborativas, como por exemplo o (*PERsonal Self-Improving Smart spaces*) e SOCIETIES (*Self Orchestrating Ambient Intelligence Spaces*).

04

Privacidade da informação de contexto

palavras-chave:
contexto, identidade, privacidade,
localização, redes sociais



João Gonçalves

Diogo Gomes
(IT)

Um dos tipos de serviço mais falados actualmente são os *Location-Based Services* (LBS). Aplicações como Google *Latitude*, *Brightkite*, *FourSquare* ou *Gowalla* estão a ganhar popularidade, apesar de disponibilizarem a localização dos utilizadores sem grande controlo. Mas este é apenas um dos tipos de serviço que fazem uso da informação de contexto sem preocupações centrais relativamente à privacidade do utilizador. Este parece aceitar perdê-la parcialmente em troca do automatismo e personalização adicionais oferecidas por estes serviços. No entanto, à medida que os serviços se tornam mais complexos e fazem uso de mais informação de contexto, aumenta a necessidade de garantir algum nível de privacidade, ou de dar ao utilizador um maior controlo sobre os dados que este pretende disponibilizar.

O presente artigo começa por analisar o panorama actual dos serviços que fazem uso da informação de contexto para a sua funcionalidade e das suas práticas relativamente à privacidade do utilizador. De seguida será feita uma identificação dos conceitos e técnicas relevantes à protecção da privacidade dos utilizadores.

1. Introdução

A informação de localização de um utilizador pode trazer vários benefícios aos serviços prestados a este, nomeadamente ao nível da personalização de conteúdos e na interacção com o meio. Até ao momento os serviços de localização (*Location-Based Services* ou LBS) estão quase exclusivamente focados na partilha desta informação entre utilizadores. Para muitos, esta partilha é considerada mais uma face do "exibicionismo digital" presente nas redes sociais. Segundo um representante da *Loopt* [10], num LBS existe uma grande diferença na aceitação do serviço e das próprias opções de privacidade entre pessoas nascidas antes e depois de 1981 [1]. No entanto, a simples partilha de localização pode ter como consequência encontros inesperados entre amigos ou conhecidos, o que potencia o envolvimento social dos utilizadores.

Mas localização é apenas um tipo de informação de contexto. *Dey e Abowd* [25] definem contexto como "qualquer informação que caracterize a situação de uma entidade (pessoa, lugar ou objecto) que seja relevante para a interacção entre um utilizador e uma aplicação, incluindo os próprios". Nesta ampla definição cabe a localização, bem como grande parte dos dados disponibilizados pelos utilizadores às redes sociais, e outros tipos de informação como temperatura de um local, situação do utilizador e capacidades dos terminais do utilizador. No entanto, como comercialmente apenas os serviços de localização e as redes sociais se impuseram, e lutam agora contra questões relacionadas com privacidade, o artigo irá focar-se nestes serviços. Neste artigo são analisados os LBS mais

populares, nomeadamente a sua utilização e as protecções implementadas relacionadas com a privacidade. Serão ainda considerados os mediáticos problemas de privacidade do Facebook [11] pois muita da informação que lá é disponibilizada pelos utilizadores pode ser considerada contexto, para além da localização através do Facebook *Places* [12]. Finalmente são discutidos os problemas e são apontadas as áreas de onde poderão surgir soluções.

2. Descrição dos sistemas existentes *Location-based services*

O crescimento dos LBS não passou despercebida aos media, e, como prova disso, o *New York Times* escreveu um artigo dedicado a este tipo de serviços [1]. No entanto, neste mesmo artigo é discutida a massificação do uso do serviço, e o cenário não é muito entusiasmante para as empresas interessadas. Dois LBS, o *Foursquare* [13] e o *Loopt*, têm 3 e 4 milhões de utilizadores, respectivamente. Estes são números que quando comparados com os 145 milhões do *Twitter* [14] ou com os 500 milhões do *Facebook* mostram uma relativa baixa disseminação destes serviços. *Josh Williams*, um dos fundadores do *Gowalla* [15], outro LBS, é citado a dizer que a partilha da informação com os amigos é interessante, mas que, provavelmente, não é uma motivação suficientemente forte para levar à massificação do uso do serviço. Um utilizador citado pelo *NY Times* concorda indirectamente dizendo que a vida dela não é suficientemente interessante para ser partilhada de uma maneira tão intensiva.

Uma técnica adoptada por vários LBS, incluindo o *Gowalla*, para aumentar a popu-

laridade destes serviços é a atribuição de "pontos" ou "troféus virtuais" para quem usa mais o serviço, à semelhança de um jogo. Isto cria uma dimensão de competitividade nestes serviços que motiva utilizações mais intensivas. Outras técnicas mais agressivas passam por criar acordos com lojas e espaços comerciais tendo em vista a oferta de descontos, como faz o *Shopkick* [16]. O *Foursquare*, por sua vez, para além de um sistema de troféus e acordos com algumas lojas, tem um acordo com o *History Channel* e fornece conteúdo relacionado quando um utilizador se encontra num local histórico.

Este é o tipo de incentivos que pode levar um utilizador a abdicar de alguma privacidade. Outro utilizador citado pelo referido artigo do *NY Times* [1], diz que as recompensas do *Shopkick* valem a utilização da aplicação, e que nunca considerou que a sua privacidade estivesse a ser posta em causa. Este testemunho vai de encontro ao estudo conduzido por *Barkhuus e Dey* [2] que conclui que o factor mais importante para a aceitação por parte dos utilizadores em divulgar informação de localização é a utilidade do(s) serviço(s) associado(s).

Uma das técnicas utilizadas por vários LBS (ex.: *Foursquare*, *Gowalla*, *Brightkite* [17]) para enriquecer a sua funcionalidade é o *crowdsourcing*. O termo "*Crowdsourcing*" existe há vários anos, e genericamente refere-se a *outsourcing* público de pequenas tarefas. A *Wikipedia*, o *Amazon Mechanical Turk* e o *iStockphoto* são três exemplos paradigmáticos e contemporâneos do conceito. Agora, o *crowdsourcing* foi adoptado por vários LBS para coleccionar informa-

ção de localização sobre pontos de interesse. Parte da funcionalidade de alguns destes serviços é a identificação do local onde o utilizador se encontra. Desta maneira o serviço passa a ter disponível uma base de dados de cafés, restaurantes, lojas, espaços de convívio social e outros pontos de interesse, e as respectivas localizações.

Mecanismos de privacidade em location-based services

Basicamente, um LBS pode usar um de dois tipos de funcionamento: *check-in* ou *tracking*. No funcionamento por *check-in* a posição do utilizador é actualizada apenas quando há uma indicação explícita para o fazer por parte deste. Por outro lado, *tracking* actualiza a posição automaticamente, sem necessidade de uma indicação do utilizador. A grande maioria dos serviços usa o paradigma de *check-in*, nomeadamente: Brightkite, Foursquare, Gowalla, Facebook Places e Loopt. Com este tipo de funcionamento o utilizador tem sempre controlo de que informação partilha. No entanto, não existem grandes mecanismos de protecção da informação partilhada. Esta normalmente é disponibilizada com grande precisão a toda a rede de amigos/contactos. Nalguns serviços, nomeadamente no Brightkite e Foursquare, é mesmo possível partilhar a informação de localização publicamente.

Existem poucos serviços que usam *tracking*, pois este é um método mais intrusivo que requer maiores preocupações com a privacidade. Foram identificados dois serviços que usam este modo, o *Glympse* [18] e o Google *Latitude* [19], que compensam a intrusão adicional com funcionalidades interessantes para garantir alguma privacidade. No Google *Latitude* a primeira funcionalidade disponível para o efeito consiste na escolha entre publicar a posição exacta ou apenas publicar a cidade ou zona onde se encontra. A outra funcionalidade de protecção da privacidade é sociologicamente muito interessante: pode-se definir manualmente a localização, sem usar GPS, dando a possibilidade aos utilizadores de mentirem. Como é referido por Lederer et al. [3], não se pode esperar que práticas sociais correntes mudem apenas porque a tecnologia funciona de uma maneira diferente. Tal como em situações análogas, também em sistemas de informação de contexto deve ser possível ao utilizador mentir. O *Glympse* é o outro LSB exemplificativo que usa *tracking*, e, para proteger a privacidade dos seus utilizadores, impõe um limite temporal obrigatório e um destinatário específico. É pensado para quando são combinados encontros ser possível perceber quanto tempo a

peessoa ainda vai demorar a chegar ao sítio combinado - a frase "estou a caminho" ganha uma nova dimensão.

O Fire Eagle [20] é um serviço um pouco diferente na medida em que não é uma aplicação final. É apenas um serviço onde é possível publicar a localização e gerir que aplicações podem aceder a essa informação - é a primeira tentativa comercial de desverticalização de LBS. Para além do controlo de acesso das aplicações, o *Fire Eagle* implementa apenas avisos periódicos (opcionais) como forma de lembrar o utilizador que está a partilhar a localização. O Google *Latitude* disponibiliza o mesmo mecanismo quando o utilizador opta por divulgar com precisão a sua localização.

Privacidade em redes sociais

Poucos serviços tiveram a ascensão de popularidade meteórica do Facebook. Desde o seu lançamento como rede social para universitários no início de 2004 o crescimento no número de utilizadores tem sido digno de registo, tendo angariado 3.5 milhões de utilizadores até meio de 2005, subindo para 300 milhões no Outono de 2009 e finalmente cerca de 500 milhões no Verão de 2010 [4][1]. Paralelamente, à medida que o serviço se tornou mais popular mais comuns começaram a ser os problemas de privacidade. Há vários casos conhecidos de problemas pessoais criados pela informação colocada no Facebook ser visualizada por pessoas às quais não era destinada [4]. Um exemplo paradigmático é o "Problema da Avó": como gerir diferentes ambientes sociais, por exemplo o ambiente dos amigos da universidade e o ambiente familiar com os Avós, no mesmo espaço virtual? Quando pais ou avós enviam pedidos de amizade a utilizadores mais novos da rede social, que a usam fundamentalmente para partilhar conteúdos com os seus colegas, estes ficam com um problema social por resolver. As normas sociais do que é ou não apropriado variam de ambiente para ambiente; um comportamento não pode ser avaliado fora do seu contexto [4]. Para tentar combater esta questão o Facebook criou um complexo mecanismo de definição de políticas de privacidade que permite definir que informação é vista por quem.

O Twitter é outro fenómeno de popularidade, mas que optou por um esquema mais simples. Visto que a diferenciação entre a informação publicada é mínima, ao contrário do Facebook, é apenas possível definir a conta como pública ou privada. Outra diferença fundamental é que ao contrário da relação "amizade" do Facebook, o Twitter diferencia em "seguidores"

e "seguidos": é possível um utilizador ver informação sobre alguém que não vê nada sobre esse utilizador.

3. Desafios e possíveis soluções

Problemas de privacidade

Os mecanismos de privacidade implementados pelos LBS parecem não ser suficientes para convencer utilizadores mais cuidadosos. Uma das técnicas utilizadas para diminuir riscos associados à divulgação da informação de utilização consiste em fazer o *check-in* apenas quando se está a sair do local. Assim a informação de pouco vale a potenciais malfeitores, quer o alvo seja a pessoa ou seja a casa desabitada. De facto, uma das preocupações mais vulgares relativamente a divulgar a localização é relativa a assaltos a casas vazias. Esta preocupação deu nome ao site que três Holandeses, Frank Groeneveld, Barry Borsboom e Boy van Amstel, criaram: *Please Rob Me* [21] (literalmente, "Por Favor Rouba-me"). O objectivo do site é levar as pessoas a questionarem-se sobre quanta informação partilham publicamente, e quão sensível é essa informação.

Também o tema da privacidade no Facebook tem sido muito falado. Uma utilizadora de Foursquare citada pelo New York Times [1] diz que escolhe cuidadosamente quem aceita como amigo no serviço. No entanto, diz ainda que não vai usar o Facebook *Places*, uma vez que a informação de localização iria para gente demais. Apesar de o Facebook permitir a definição dessas opções, a utilizadora diz que daria trabalho demais a configurar. Outro artigo do New York Times [5] mostra a complexidade de configuração das opções de privacidade no Facebook, contabilizando mais de 50 botões que permitem escolher entre mais de 170 opções diferentes de privacidade. Adicionalmente, as opções por omissão são altamente permissivas, divulgando publicamente a maior parte da informação que o utilizador disponibiliza caso este não proceda a nenhuma configuração. A onda de complexidade afectou também o documento da política de privacidade do serviço, que tem agora 5830 palavras, mais 1287 que a Constituição dos Estados Unidos [5].

Os dados que dizem respeito ao utilizador, seja contexto dinâmico ou conteúdo estático, são usados pela generalidade dos fornecedores de serviço de maneiras relativamente abusivas. No entanto, apesar dos transtornos causados aos utilizadores, estes abusos acabam por ser aceites por muitos, pois a utilidade do serviço compensa o transtorno causado. Estes estão sujeitos a uma competição *ad hoc* entre for-

necedores de serviço que muitas vezes é viciada pelo(s) fornecedor(es) dominante(s). Por esta razão o aparecimento de serviços concorrentes com melhores práticas de privacidade está dificultado.

Soluções Web

Com tanta atenção dada na *web* aos problemas de privacidade do Facebook não é de admirar que do mesmo meio surjam candidatos a respostas a esses problemas. Um desses candidatos é o Hibe [22], que usa o conceito de *facets* para tentar simplificar a configuração das opções de privacidade. Outro projecto que pretende abordar este problema, mas concretamente as questões legais das políticas de privacidade dos serviços e o problema dos silos de informação, é o Diaspora [23]. O Diaspora pretende ser uma rede social distribuída e *open source*. Tal como o *Status.net* [24] está para o Twitter, o Diaspora quer estar para o Facebook. Neste cenário o utilizador poderia escolher entre vários fornecedores de serviço dependendo das políticas de privacidade ou até mesmo criar um servidor pessoal.

Gestão de identidades

No meio académico os problemas de privacidade são tratados a diferentes níveis. O nível mais fundamental será a criptografia necessária para proteger os dados. Depois é necessário estudar questões relacionadas com a rede, nomeadamente ataques inter-camada ou análise de tráfego. Ao nível mais macro, que nos interessa mais neste contexto, a privacidade é tratada em conjunto com a gestão de identidades. Os mecanismos de gestão de identidades, para além de desempenharem outras funções, permitem o condicionamento do acesso aos dados que pertencem a uma certa identidade digital. Adicionalmente podem permitir modos de acesso aos dados que protegem a privacidade do utilizador, usando pseudónimos ou algoritmos de prova sem divulgação dos referidos dados (*zero-knowledge proofs* [6][7]).

O projecto europeu SWIFT [8] que se focou em gestão de identidades foi pioneiro na definição do conceito de *virtual persona*, que é semelhante ao conceito de *facet do Hibe* mas mais abrangente. Cada pessoa terá várias *virtual personas* (o “eu profissional”, o “eu social” e o “eu familiar”, por exemplo) às quais pertencem diferentes conjuntos de dados (ou atributos, na linguagem típica da gestão de identidades) e configurações de privacidade. O Gestor de Identidades surge como o ponto de contacto principal do utilizador, tendo um papel central na decisão do controlo de acesso à informação, de acordo com as configurações.

Privacidade de contexto

A maioria do trabalho académico sobre privacidade de contexto foca-se em ofuscação: fornecer contexto com um detalhe intencionalmente mais baixo. O trabalho realizado nesta área normalmente é específico para cada tipo de contexto, sendo que diferentes tipos de informação podem ter diferentes granularidades. No caso da localização podemos ter, por exemplo, quatro níveis de detalhe: coordenadas, rua, cidade e país. O mecanismo de privacidade do Google *Latitude* de escolher entre divulgar a posição exacta e a zona ou cidade é uma implementação deste tipo de técnica, a única entre os LBS estudados. O *Foursquare* implementa um mecanismo de ofuscação de identidade para a divulgação pública de localização - apenas é visível o primeiro nome e a primeira letra do último nome.

Outra perspectiva para adereçar privacidade de contexto é usar parâmetros de “qualidade de contexto”. Qualidade de contexto é definida como a proximidade da realidade de uma dada informação de contexto. *Sheikh et al.* [9] consideram 5 parâmetros de qualidade: precisão, frescura, resolução espacial, resolução temporal e probabilidade de erro. Quando se fala de privacidade muitas vezes fala-se também no princípio da informação mínima: apenas a informação estritamente necessária para o usufruto de um serviço deve ser revelada. Para proteger a privacidade dos utilizadores segundo este princípio cada serviço que use contexto tem de especificar qual a qualidade de contexto que necessita segundo os parâmetros definidos. Desta maneira é possível comparar as necessidades de exposição dos utilizadores mediante a utilização de dois serviços semelhantes. Torna-se ainda possível fornecer contexto apenas no nível de qualidade mínimo necessário para esses serviços, protegendo o utilizador tanto quanto possível na utilização dos mesmos. Fazendo um paralelo com um caso mencionado, a prática de apenas fazer *check-in* num LBS ao sair do local em questão é uma técnica manual de redução de um dos parâmetros de qualidade do contexto: a frescura.

4. Importância para os negócios do Grupo PT

A utilização de informação de contexto e outra informação referente ao utilizador está cada vez mais a ser considerada para a criação de novos serviços. O maior desafio que surge é a invasão de privacidade associada. Resolvendo esta questão chave seria possível disponibilizar mais serviços personalizados. A PT, pela sua proximidade com o utilizador final como ISP e fornece-

dor de televisão, está numa posição privilegiada para tomar o lugar de entidade protectora dos acessos à informação do utilizador.

5. Conclusões

A privacidade é uma questão central para o uso generalizado e seguro de aplicações que usam informação de contexto e conteúdos pessoais em grandes quantidades. As possíveis soluções identificadas apontam para:

- > A quebra dos silos de informação, permitindo concorrência real entre fornecedores de serviços de contexto e redes sociais;
- > O surgimento de uma entidade que medie os acessos à informação do utilizador, de maneira a que o utilizador só tenha de configurar genericamente as suas opções de privacidade para todos os serviços;
- > O uso de mecanismos de aumento de privacidade, como pseudónimos, ofuscação de contexto e *zero-knowledge proofs*.

Referências

- [1] Miller, C.C. & Wortham, J., 2010. Location Sites Experiment to Attract Mainstream Users. The New York Times. Available at: http://www.nytimes.com/2010/08/30/technology/30location.html?_r=2&ref=technology [Accessed September 15, 2010].
- [2] Barkhuus, L. & Dey, A., 2003. Location-based services for mobile telephony: a study of users' privacy concerns. In Proc. Interact. pp. 709–712.
- [3] Lederer, S. et al., 2004. Personal privacy through understanding and action: five pitfalls for designers. Personal and Ubiquitous Computing, 8(6), 440–454.
- [4] Peterson, C., 2010. Losing Face: An Environmental Analysis of Privacy on Facebook - Draft. Available at: http://etc.cpeterson.org/research/workingpapers/2010/losingface_workingpaper.pdf [Accessed September 15, 2010].
- [5] Bilton, N., 2010. Price of Facebook Privacy? Start Clicking. The New York Times. Available at: http://www.nytimes.com/2010/05/13/technology/personaltech/13basics.html?_r=2 [Accessed September 15, 2010].
- [6] Barisch, M., Garcia, E. T., Lischka, M., Marques, R., Marx, R., Matos, A., Mendez, A. P. & Scheuermann, D., 2010. Security and privacy enablers for future identity management systems. In Future Network & Mobile-Summit 2010 Conference Proceedings.
- [7] Goldreich, O., Micali, S. & Wigderson, A., 1987. How to play any mental game. In Proceedings of the nineteenth annual ACM symposium on Theory of computing. pp. 218–229.
- [8] SWIFT (Secure Widespread Identities for Federated Telecommunications). FP7 European Project. <http://www.ist-swift.org/>
- [9] Sheikh, K., Wegdam, M. & van Sinderen, M.J., 2008. Quality-of-Context and its use for Protecting Privacy in Context Aware Systems. Journal of Software, 3(3), 83–93.
- [10] Loopt – Discover the world around you. <http://www.loopt.com/>
- [11] Facebook. <http://www.facebook.com/>
- [12] Facebook Places. <http://www.facebook.com/places/>
- [13] Foursquare. <http://foursquare.com/>
- [14] Twitter. <https://twitter.com/>
- [15] Gowalla. <http://gowalla.com/>
- [16] Shopkick. <http://shopkick.com/>
- [17] Brightkite. <http://brightkite.com/>
- [18] Glympse – Share your Where. <http://www.glympse.com/>
- [19] Google Latitude. <http://www.google.com/latitude>
- [20] Fire Eagle. <http://fireeagle.yahoo.net/>
- [21] Please Rob Me. <http://pleaserobme.com/>
- [22] Hibe. <http://www.hibe.com/>
- [23] Join Diaspora. <http://www.joindiaspora.com/>
- [24] Status.net – Your Network. <http://status.net/>
- [25] Dey, A. & Abowd, G., 2000. Towards a better understanding of context and context-awareness. In CHI 2000 workshop on the what, who, where, when, and how of context-awareness, vol. 4. Citeseer, pp. 1-6.

João Gonçalves, licenciou-se em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra em 2006 com média final de 15 valores. No mesmo ano foi admitido como bolseiro no Instituto de Telecomunicações em Aveiro, no âmbito do projecto europeu C-MOBILE. Em Junho de 2008 completou, com Distinção, o Mestrado em *Wireless Networks* pela Queen Mary University of London. Em Setembro de 2008 foi contratado pela PT Inovação, tendo paralelamente iniciado o programa doutoral MAP-i. A tese de doutoramento, em progresso, intitula-se "*Integrated Identity and Context Management Architecture for Privacy-Enabled Context-Awareness*", cujos trabalhos se relacionam com os mais recentes projectos europeus em que participou e participa, respectivamente *C-Cast e Societies*.

Diogo Gomes, licenciou-se em Engenharia de Computadores e Telemática pela Universidade de Aveiro em 2003. Em 2010 concluiu o seu doutoramento em Engenharia Electrotécnica pela mesma universidade com a tese "Optimização de recursos para difusão em redes de próxima geração". Desde 2003 é Investigador no Instituto de Telecomunicações em Aveiro onde participou em diversos projectos europeus tais como IST-Mobydick, IST-Daidalos, IST-C-Mobile e ICT-C-Cast. Nos seus últimos dois projectos desempenhou a tarefa de *Work-Package Leader* responsável pelas activas de integração e demonstração dos projectos. É ainda Assistente Convocado do Dep. Electrónica, Telecomunicações e Informática da Univ. Aveiro, desde 2007. Com mais de 20 publicações internacionais na área das redes e serviços de telecomunicações, centra de momento a sua atenção na área dos sistemas de gestão de contexto.

05

Virtualização de rede tornada realidade

palavras-chave:
Internet do Futuro,
Redes Virtuais, Virtualização.



João Nogueira



Márcio Melo



Jorge Carapinha



Susana Sargento

As técnicas de virtualização ganharam nos últimos tempos um protagonismo assinalável no âmbito das tecnologias de informação. Nas redes de telecomunicações, embora a virtualização, sob diversas formas, já exista há bastante tempo, ainda se está longe de explorar o manancial de oportunidades que este tipo de tecnologias pode proporcionar, através de uma muito maior flexibilidade no planeamento, aprovisionamento, gestão e reconfiguração de redes. A virtualização permite criar redes “à medida”, praticamente em tempo real, e fazer a sua reconfiguração ou redimensionamento sem perda de serviço ou perturbações significativas. No entanto, a introdução de virtualização de rede em ambientes de produção em larga escala implica que se ultrapasse um conjunto de desafios relacionados com aprovisionamento, controlo e monitorização de recursos físicos e virtuais.

Este artigo apresenta uma ferramenta desenvolvida pela PT Inovação no âmbito do projecto 4WARD que possibilita, num ambiente de virtualização de rede, em tempo real, criar, controlar, monitorizar e reconfigurar redes virtuais sobre uma infra-estru-

tura física. A ferramenta executa ainda o mapeamento optimizado dos recursos virtuais na rede física, em função dos recursos disponíveis na rede em cada momento. O objectivo foi, por um lado, fazer a demonstração do conceito e por outro lado avaliar alguns dos principais desafios que serão colocados aos operadores pela virtualização de rede. Os resultados obtidos mostram que é possível criar sobre uma dada infra-estrutura física um número significativo de redes virtuais isoladas e independentes entre si, em intervalos de tempo da ordem de dezenas de segundos.

1. Introdução

A virtualização de rede tem suscitado um interesse crescente nos últimos anos. Apesar de inicialmente ter sido pensada como uma plataforma de experimentação de soluções para a Internet do Futuro, e ter sido desenvolvida e estudada em diversas iniciativas deste âmbito, a virtualização de rede tem ganho uma relevância crescente no seio da indústria e dos operadores em cenários no curto/médio prazo [1], [2]. O lançamento comercial de equipamentos de rede suportando virtualização por parte de grandes fabricantes, indicia o interesse da indústria na exploração deste tipo de tecnologias.

A virtualização permite a separação de dois conceitos que tradicionalmente estão associados de forma indissolúvel – redes de comunicação e infra-estrutura. Esta separação potencia um conjunto de mudanças na forma de encarar desafios como planeamento, aprovisionamento, controlo e gestão de redes. A virtualização de rede cria as condições para o aparecimento de novos modelos de negócio para os operadores e a entrada de novos actores neste cenário.

Para além da redução de custos operacionais e de capital proporcionada pela optimização de recursos, existem aspectos de flexibilidade e versatilidade que, num mercado dinâmico e exigente como é o actual, são factores a ter em conta.

Este artigo apresenta uma ferramenta de virtualização de rede que suporta descoberta, criação, monitorização e gestão de redes virtuais, incluindo a mobilidade de nós virtuais. Esta plataforma foi desenvolvida no âmbito do Projecto Europeu 4WARD [3].

A plataforma de virtualização proposta foi também utilizada como base experimental para o desenvolvimento de mecanismos inovadores de descoberta distribuída e de mapeamento de redes virtuais, que serão discutidos mais à frente.

Na secção 2 será discutida a virtualização de rede, as suas vantagens e os modelos de negócio associados. A secção 3 apresenta uma plataforma experimental de virtualização de rede e analisa os seus componentes e funcionalidades. O artigo termina com a avaliação dos resultados obtidos e uma conclusão geral.

2. Virtualização de rede

Perspectiva histórica

De uma forma geral, a virtualização fornece uma abstracção entre um utilizador e um recurso físico, dando ao utilizador a ilusão que um determinado recurso lhe é exclusivamente dedicado.

O desenvolvimento de técnicas de virtualização tem conhecido um incremento assinalável nos últimos anos e as suas áreas de utilização têm-se alargado a novos contextos e aplicações. Apesar de inicialmente o

foco principal da virtualização ter sido sobretudo relevante no domínio das tecnologias de informação, tem existido um interesse crescente em alargar a sua aplicação às redes de comunicação.

Em rigor, a virtualização de rede não é uma ideia nova para os operadores. Ainda que de uma forma limitada, a virtualização de rede tem sido materializada nas redes dos operadores de diversas formas – por exemplo, através de tecnologias virtualização de circuitos (*Frame Relay*, *ATM*) ou das VPN de nível 3 (*IP/MPLS*) e de nível 2 (*Virtual Private Wire Service*, *Virtual Private LAN Service*). As técnicas de VPN tornaram possível a coexistência de múltiplas redes virtuais IP ou *Ethernet* sobre uma infra-estrutura de rede comum. No entanto, em todas estas abordagens existe uma dependência de protocolos específicos, de nível 2 ou 3, e por isso indissociáveis da infra-estrutura que as suporta.

A virtualização de rede pretende remover as limitações e dependências existentes, permitindo a existência de redes isoladas, seguras, heterogéneas, flexíveis e programáveis.

Vantagens

A virtualização de rede potencia muitas vantagens aos operadores, quer em termos de redução de custos de propriedade, quer em termos de vantagens de negócio.

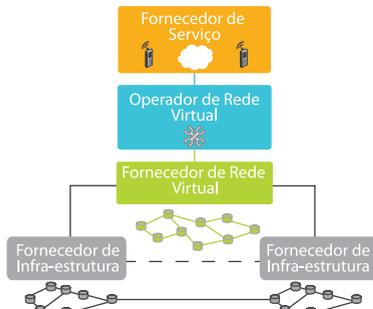


Figura 1 - Modelo funcional do 4WARD

Os custos operacionais podem ser reduzidos devido às vantagens típicas de sistemas virtualizados, como a consolidação de recursos, a redução de custos de manutenção ou a diminuição dos gastos energéticos. Por outro lado, os custos de capital podem ser reduzidos, devido à consolidação dos recursos.

Além destas vantagens a nível de custos de propriedade, as vantagens de negócio proporcionadas são as mais importantes. A possibilidade de coexistirem sobre uma mesma infra-estrutura múltiplas redes suportando diferentes tipos de serviços e essas redes serem criadas, modificadas e destruídas a pedido e com grande rapidez, oferece uma versatilidade e um dinamismo que permitem reagir eficazmente às necessidades do mercado.

Finalmente, deve notar-se que a virtualização não inviabiliza o suporte às redes actuais, baseadas maioritariamente em IP, pelo que a introdução de virtualização na rede de um operador fornece um caminho evolutivo e não disruptivo.

Modelos de negócio

A abstracção criada através da virtualização de rede abre caminho à separação efectiva entre infra-estrutura e serviços, que tem sido tentada de diversas formas, mas nunca verdadeiramente conseguida. A dissociação destas duas componentes abre caminho ao aparecimento de um novo modelo em que a infra-estrutura e os serviços são potencialmente controlados e geridos por entidades diferentes e independentes entre si.

No projecto europeu 4WARD definiram-se 4 entidades distintas que suportam esta separação:

- > INP (Fornecedor de Infra-estrutura) – gere e fornece a infra-estrutura física;
- > VNP (Fornecedor de Rede Virtual) – agrega recursos de um ou mais INP para

construir uma rede virtual;

- > VNO (Operador de Rede Virtual) – é responsável pela instalação e manutenção da rede virtual fornecida pelo VNP;
- > SP (Fornecedor de Serviço) – utiliza a rede virtual para fornecer serviços.

Estas entidades devem ser entendidas sobretudo como blocos funcionais, e não necessariamente como entidades de negócio autónomas. Assim, é possível concentrar todas as funções num único operador (o que na prática corresponderia ao modelo de integração vertical, típico das redes actuais) ou, no extremo oposto, ter entidade diferentes e independentes entre si a operar cada um destes blocos. Ou seja, a virtualização de rede potencia o aparecimento de novos modelos de negócio, mas não exclui a manutenção dos modelos tradicionais.

3. Plataforma experimental

Para o fornecedor de infra-estrutura, vários desafios se colocam neste cenário de virtualização. Por um lado, é necessário manter uma visão actualizada dos recursos disponíveis na rede de forma que, para cada novo pedido de rede virtual (recebida do fornecedor de rede virtual, de acordo com o modelo descrito na secção anterior), a selecção dos recursos virtuais a afectar à nova rede seja feita de forma optimizada. Por outro lado, é necessário monitorizar os recursos da rede de forma a detectar em tempo real problemas de má configuração ou sobreocupação de recursos que possam comprometer o desempenho global da rede. Finalmente, é necessário garantir escalabilidade, ou seja, tornar o processo sustentável, independentemente do tamanho da rede física e do número de redes virtuais.

Com o intuito de avaliar a viabilidade da existência de uma ferramenta que fornecesse as funcionalidades desejadas de criação, descoberta, monitorização e gestão de redes virtuais, foi criada uma plataforma experimental de virtualização de rede.

Esta plataforma baseia-se em 3 módulos: o *Control Centre*, o *Agent* e o *Manager*.

Control Centre

Este módulo, implementado em Java, constitui o interface com o utilizador. É através dele que as funcionalidades da plataforma de virtualização de rede são fornecidas. É possível desenhar, configurar, criar, modificar, gerir e monitorizar redes virtuais usando um ambiente gráfico semelhante a um simulador de redes.

Manager

A função principal do *Manager* é agregar a informação fornecida pelos *Agents*, sobre os recursos e topologia, processá-la e fornecê-la de forma conveniente aos *Control Centres*. Além disso, também é da sua responsabilidade fazer o mapeamento de novas redes virtuais, a pedido do *Control Centre*, e actuar nas redes físicas e virtuais através do envio de comandos aos *Agents*.

Agent

Este módulo corre em cada nó físico e tem como objectivo a obtenção periódica de dados acerca dos recursos virtuais e físicos aí existentes. Esta informação é enviada ao *Manager*, que pode assim ter uma visão global de todos os recursos existentes na rede.

Além da função de obtenção de dados, também é da responsabilidade dos *Agents* a obtenção de informação de ligações físicas e virtuais, que é feita de forma distribuída através da comunicação entre *Agents*.

4. Funcionalidades

Descoberta de topologias físicas e virtuais

A descoberta das topologias físicas e virtuais permite aos administradores de rede ter, de forma rápida e simples, uma visão global das redes existentes numa dada infra-estrutura.

Esta funcionalidade é também indispensável no processo de mapeamento de novas redes virtuais dado que, para mapear cor-

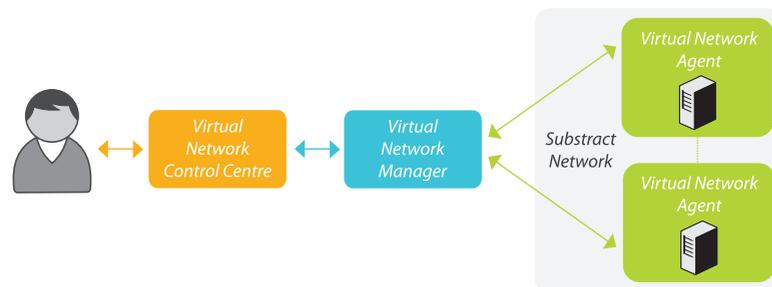


Figura 2 - Network Virtualization System Suite – Módulos Existentes

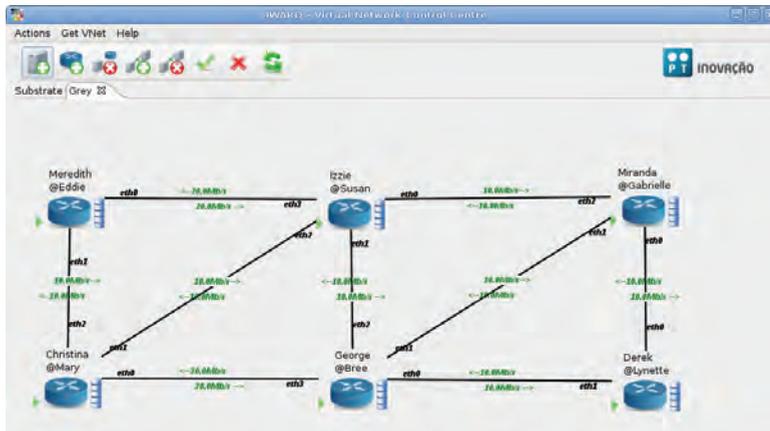


Figura 3 - Virtual Network Control Centre

rectamente uma rede virtual, é necessário conhecer com detalhe a topologia da rede física e das redes virtuais nela residentes.

O algoritmo de descoberta de redes virtuais implementado é distribuído, ou seja, é obtida através de comunicação directa entre os *Agents*: os *Agents* trocam informação entre si, referente aos seus recursos virtuais e aos dos seus vizinhos.

Esta troca de informações utiliza mecanismos que visam reduzir, quer o número de mensagens quer a quantidade de informação trocada na rede, através do recurso a *multicast* e uma abordagem semelhante ao *Spanning Tree Protocol* (STP) para eleição de um elemento que efectua a difusão de informação.

Este mecanismo de reencaminhamento selectivo de informação de recursos diminui drasticamente a quantidade de mensagens trocadas na rede.

O facto de a implementação do algoritmo de descoberta de redes virtuais ser baseada em eventos e reagir a mudanças nos estados das interfaces físicas e virtuais e configurações dos mesmos, permite uma detecção rápida de modificações das topologias, que podem resultar de mudanças de configuração ou de anomalias na rede.

Dado que cada nó físico apenas conhece os seus vizinhos físicos e os vizinhos virtuais dos nós virtuais nele residentes, é necessário agrupar a informação de todos os nós físicos para construir as topologias virtuais e físicas. Este processo está ilustrado na Figura 4.

A agregação da informação de vizinhança é feita pelo *Manager*, cuja função é apenas

adicionar as informações de ligações e nós a uma base de dados, sem necessitar de fazer cálculos para determinação de ligações existentes.

Em comparação com algoritmos centralizados, a abordagem distribuída fornece uma obtenção de dados de topologia mais rápida e eficiente, com menores requisitos computacionais no nó central e com melhores respostas a modificações de topologia. Com o mecanismo distribuído, uma modificação a uma ligação não implica voltar a determinar toda a topologia, como seria necessário no caso do mecanismo centralizado.

Criação de Redes Virtuais

Através do *Control Centre* é possível desenhar, configurar e criar uma rede virtual. O processo de desenho recorre a métodos de *drag-and-drop* em que o utilizador selecciona os recursos a criar e os coloca na tela de desenho, procedendo posteriormente à sua interligação com ligações virtuais.

Durante o processo de desenho da rede virtual, é possível especificar os detalhes de cada recurso. No que diz respeito aos nós virtuais, é possível configurar parâmetros de CPU, RAM, disco rígido, localização, nome e descrição. É também possível uma pré-configuração IPv4 ou IPv6 das interfaces virtuais. Esta configuração poderá ser alterada como resultado do mapeamento da rede virtual na rede física.

Já nas ligações virtuais, é possível especificar as interfaces virtuais envolvidos, as larguras de banda e requisitos de Qualidade de Serviço, como perdas, latência e *jitter*.

Após a especificação completa da rede virtual, segue-se a fase de mapeamento e criação da rede desenhada. A criação de redes virtuais de forma dinâmica e eficiente apresenta obstáculos significativos no que diz respeito ao mapeamento dos recursos virtuais em recursos físicos. Este mapeamento requer uma dupla optimização - uma referente à colocação dos nós na rede e uma outra referente à determinação das ligações físicas que devem aco-

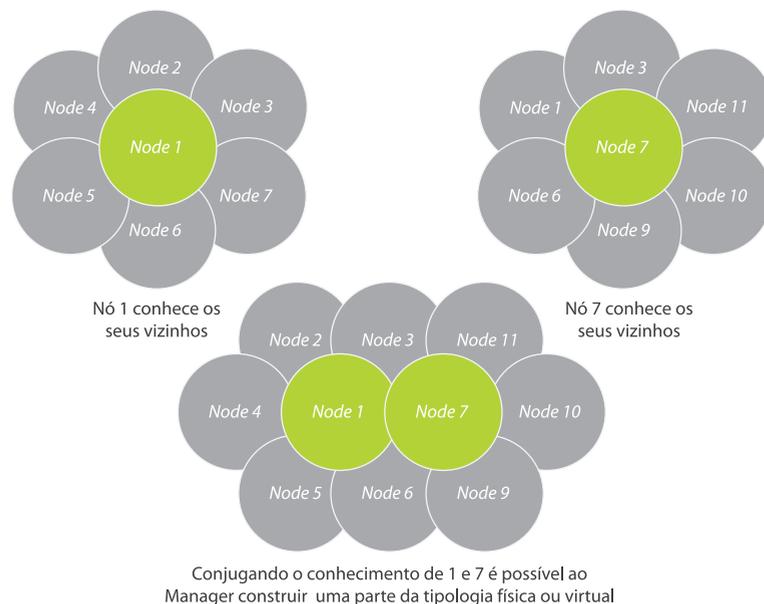


Figura 4 - Virtual Network Control Centre

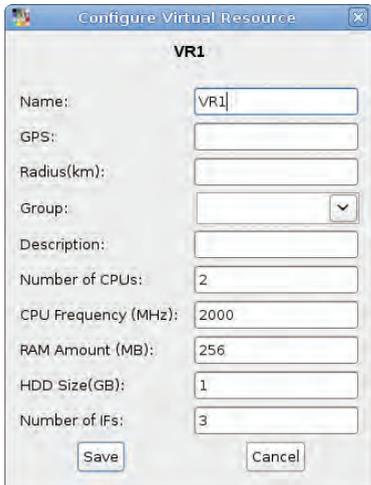


Figura 5 - Configuração de um nó virtual



Figura 6 - Configuração de um link virtual

modar as ligações virtuais.

Devido às exigências computacionais desta dupla otimização, foi desenvolvido um algoritmo heurístico que se propõe obter um mapeamento que tenha em conta as cargas tanto nos nós como nas ligações físicas.

Para tal, é definido um grupo de nós físicos candidatos para cada nó virtual desejado, com base em restrições de CPU, de RAM, de disco rígido e de localização física.

Após a obtenção dos potenciais candidatos, são determinados os factores de stress das ligações e dos nós físicos, que pretendem ser um indicador de carga destes recursos.

Na determinação do stress dos nós físicos, são considerados o número de nós virtuais a correr sobre ele, a sua carga de CPU e RAM disponível. O *stress* das ligações físicas é simplesmente considerado como sendo a soma das larguras de banda ocupadas pelas ligações virtuais que as atravessam.

Combinando estes dois factores, é determinado o nó físico candidato que oferece uma menor combinação de *stress* de nó e de ligações para os nós candidatos vizi-

nhos. Após a escolha dos nós físicos a serem mapeados, é efectuado um algoritmo de caminho de menor custo, com restrições de largura de banda.

Caso todos os nós e ligações virtuais sejam correctamente mapeados, o *Manager* enviará uma mensagem de sucesso ao *Control Centre* e prosseguirá com a criação efectiva da rede mapeada, através do envio de comandos de criação de nós e de ligações para os *Agents* relevantes. Caso contrário, é enviada uma mensagem de erro que indicará ao utilizador a causa de recusa da criação.

Monitorização de redes virtuais

Num ambiente em que é necessária uma resposta rápida a falhas ou problemas de configuração, a funcionalidade de monitorização tem um papel crucial.

A plataforma desenvolvida verifica periodicamente o estado e configuração dos recursos físicos e virtuais, através dos *Agents*. Na ocorrência de alguma modificação dos nós ou ligações físicas e virtuais, os *Agents* enviam mensagens de actualização para o *Manager*, que por sua vez actualizará os *Control Centres* interessados nas redes modificadas.

Este mecanismo de envio de actualizações baseado em eventos, de mudança de estado ou de configuração, reduz o número de mensagens de gestão transmitidas na rede.

A plataforma permite também monitorizar o estado dos nós, interfaces, ligações e também a carga do CPU quase em tempo real.

Gestão de redes virtuais

No plano da gestão das redes virtuais existentes, é possível modificar o estado actual dos recursos. Caso um nó virtual necessite de ser desligado, reiniciado, suspenso ou mesmo destruído, é possível fazê-lo através de um menu de contexto disponível

para cada recurso.

Adicionalmente, é possível através do mesmo menu modificar em tempo real a memória RAM atribuída a um dado nó virtual, funcionalidade que poderá ser útil em cenários de necessidade muito variável de memória por parte dos recursos virtuais.

Mobilidade de recursos virtuais

Uma das vantagens inerentes à virtualização de rede prende-se com a mobilidade de recursos virtuais. A possibilidade de mover recursos virtuais entre nós físicos diferentes e actualizar as correspondentes ligações em tempo real, sem afectação do normal funcionamento da rede é de grande utilidade para operador. O operador pode alterar a distribuição da carga da rede pelos diferentes nós físicos, adaptando-a à forma como a ocupação dos recursos vai evoluindo.

A migração de recursos poderá ser desencadeada devido a uma distribuição desequilibrada da carga pelos recursos físicos da rede, ou tendo em conta requisitos de natureza económica ou de eficiência energética [4]. Por último, a necessidade de efectuar manutenção, *upgrade* ou eliminação de nós poderá ser outra causa para a realização de migração de nós virtuais sem afectar as redes em operação.

As alterações realizadas no processo de migração afectam a rede física apenas: para os elementos da rede virtual tudo se mantém, ou seja, a rede mantém a mesma topologia, número de nós e de ligações. Este processo é executado de modo totalmente transparente para a rede virtual e não tem qualquer impacto ao nível das tabelas de encaminhamento dos seus routers virtuais. No entanto, realizar este processo sem que a rede virtual sinta evidências das alterações está longe de ser um objectivo trivial. A migração de nós virtuais entre nós físicos diferentes poderá causar diferenças significativas a nível de processamento de

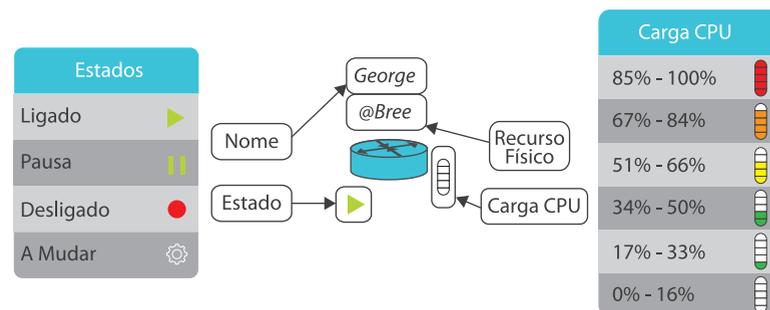


Figura 7 - Monitorização de um nó virtual

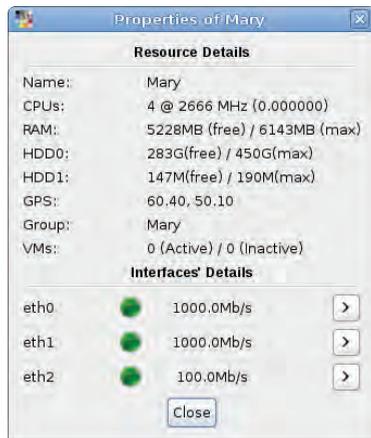


Figura 8- Vista detalhada de um nó físico

pacotes; a reconfiguração das ligações virtuais poderá ter impacto em parâmetros como o atraso. Existe também a possibilidade de se ter a percepção de perda de serviço, caso o tempo de migração seja significativo. Sendo assim, é importante efectuar este processo de uma forma transparente.

No âmbito do projecto 4WARD foi testado e avaliado um método de migração desenvolvido em [5] e foram propostos e testados outros dois métodos de modo a obter resultados que permitem uma migração transparente.

O método já existente, que foi intitulado de "Live Migration", consiste em mover o estado de um *router*, ou seja, as suas tabelas encaminhamento de um nó físico para outro em tempo real. No entanto, dependendo da largura de banda disponível e do número de tabelas de encaminhamento a transferir, este método poderá ser demasiado demorado.

Tendo em conta estas limitações, foram desenvolvidos dois métodos novos. O primeiro é designado por "SnapshotHD" e o segundo por "SnapshotMEM". Estes dois métodos são bastante idênticos no modo de funcionamento; no entanto obtêm diferentes tempos de execução. Ambos consistem em gravar as tabelas de encaminhamento no nó origem e de seguida transferi-las para o nó destino. Apenas após este processo é iniciado um *router* clone no nó destino. Durante este processo, o *router* inicial encontra-se sempre em funcionamento. A diferença entre os dois métodos está apenas na gravação das tabelas de encaminhamento. No primeiro método são gravadas no disco rígido (HD - *Hard Drive*), e no segundo na me-

mória RAM (MEM). Dado que o *router* virtual é temporariamente interrompido para efectuar a gravação das suas tabelas de encaminhamento, o tempo que demora a copiar as tabelas é crucial.

5. Principais resultados

Para avaliar o funcionamento da plataforma de virtualização desenvolvida foram efectuados testes de desempenho, no que diz respeito aos tempos necessários para mapear, descobrir e criar um número crescente de redes virtuais, a correr sobre a rede substrato demonstrada na Figura 9. Foram também avaliados os vários métodos de migração desenvolvidos.

Para efeitos de testes, as redes virtuais foram criadas como sendo réplicas exactas da rede física, no que diz respeito à topologia. Estas redes virtuais requerem menores capacidades de RAM, CPU, disco rígido e largura de banda que as redes físicas, para que não exista nenhuma limitação ao nível destes parâmetros.

Nos testes realizados, foi possível criar até 40 redes virtuais em intervalos de tempo da ordem das dezenas de segundos. No pior caso, com cada nó físico a suportar 40 nós virtuais, o tempo médio de criação de redes virtuais foi de cerca de 50 segundos. No que diz respeito aos tempos necessários para efectuar o mapeamento das redes virtuais, registou-se um crescimento linear com o aumento do número de redes virtuais existentes, tendo sido atingido um tempo máximo de 21ms.

O processo de descoberta distribuído mostrou-se eficaz, especialmente para mais do que 20 redes virtuais, altura a partir da qual foram verificadas mais-valias face a algoritmos centralizados. Na situa-

ção limite de 40 redes virtuais criadas, foram necessários 130ms para se descobrirem todas as topologias físicas e virtuais.

Tendo em conta estes resultados, é possível atestar a escalabilidade e desempenho dos mecanismos propostos e da respectiva plataforma. Os tempos de criação de redes virtuais foram mantidos abaixo de 1 minuto, e os testes de mapeamento e descoberta de redes virtuais demonstraram que os tempos necessários são da ordem das dezenas e centenas de milissegundos, respectivamente.

Migração de recursos virtuais

Para efectuar os testes de migração dos recursos foi considerada uma rede virtual de pequena dimensão, constituída por 3 *routers* virtuais, VR1-VR3, um cliente e um servidor físico interligado através dos *routers* por um único caminho, conforme pode ser observado na Figura 10.

A cor cinzenta e a preto estão representados os nós e ligações físicas, respectivamente. À azul estão representados os *routers* virtuais. As ligações virtuais encontram-se a azul e a tracejado.

A Figura 11, mostra a alteração ocorrida na rede devido ao processo de migração, em que VR2 é deslocado do nó N3 para o nó N4 e as ligações virtuais são actualizadas correspondentemente.

Os testes começam com o cliente a enviar Internet Control Message Protocol (ICMP) requests ("pings") para o servidor, com uma periodicidade de 10 ms; por seu lado, o servidor responde com ICMP replies. Os resultados obtidos representam o número de pacotes perdidos durante o processo de migração. De modo a considerar dife-

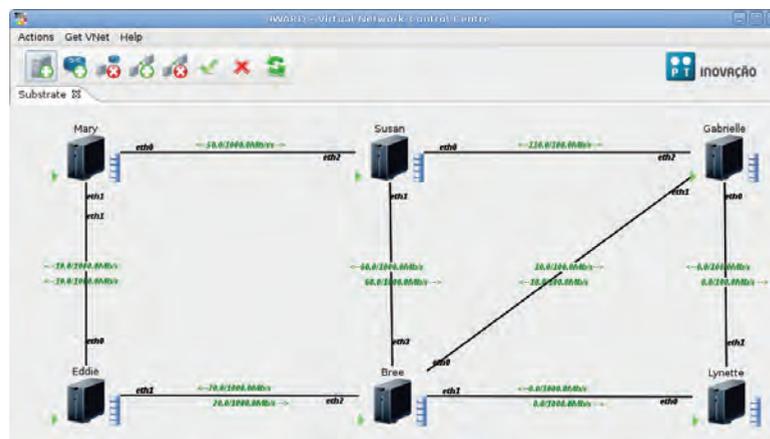


Figura 9 - Topologia física

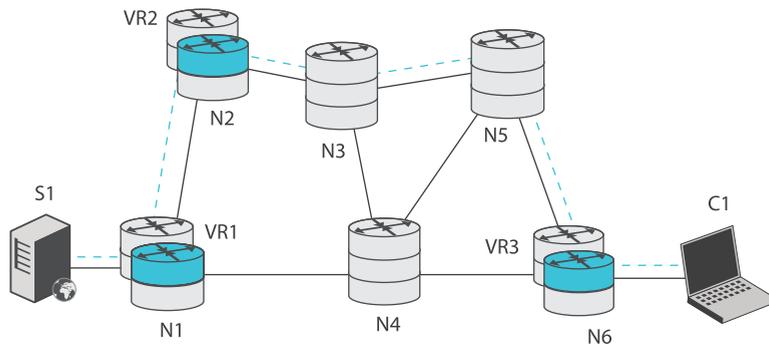


Figura 10 - Cenário de Mobilidade de Recursos Virtuais inicial

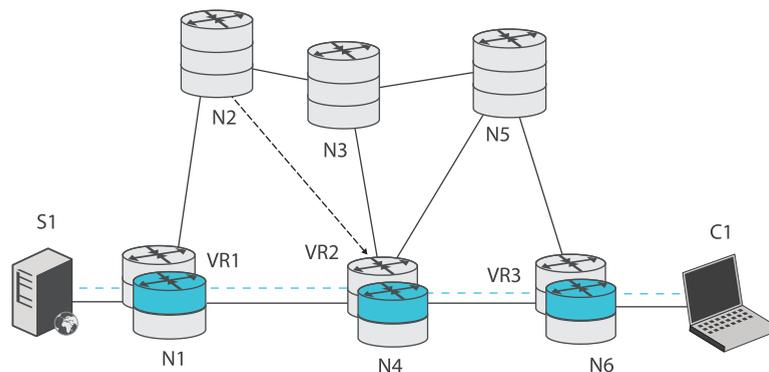


Figura 11 - Cenário de mobilidade de recursos virtuais após migração

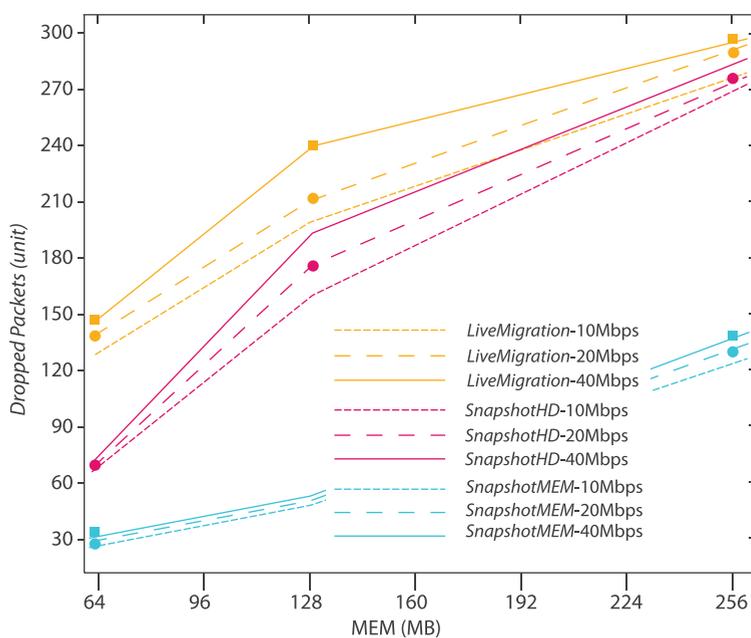


Figura 12 - Perda de Pacotes: Migração

rentes cenários foi utilizado tráfego de *background*, nomeadamente tráfego UDP com diferentes larguras de banda: 10, 20 e 40 Mbps; foi também modificada a memória RAM do *router* virtual.

Na Figura 12, encontra-se os resultados obtidos para os três métodos testados consoante as diferentes variações.

Pode-se observar que o método que atinge melhores resultados é o do "Snapshot-MEM" em todas as vertentes. Neste método são perdidos menos de 30 pacotes, no caso de requerer apenas 64 MB de memória RAM, causando uma perda de serviço de cerca de 300ms (30x10ms). Estes valores são praticamente imperceptíveis para a maioria dos serviços, inclusive de voz e vídeo.

O tempo de perda de serviço é determinado em grande parte pela dimensão da memória RAM. Esta dimensão poderá ser traduzida na dimensão das tabelas de encaminhamento, ou seja, quanto maiores forem as tabelas de encaminhamento do *router* virtual, maior será a memória RAM necessária para o funcionamento deste, e maior será a quantidade de informação a migrar. O diferente tráfego utilizado na rede tem impacto no tempo de execução do processo de migração, embora esta diferença não seja significativa.

A migração de recursos não está limitada apenas aos elementos da rede. Poderemos também pensar em cenários de mobilidade ao nível da rede inteira. Este processo poderá fazer sentido em situações em que existam problemas de desempenho na infra-estrutura antiga, ou apenas quando é necessário efectuar manutenção. A migração da rede virtual também poderá ser importante em cenários de *Cloud Computing*.

6. Importância para os negócios do Grupo PT

O impacto potencial da virtualização de rede no negócio dos operadores deve ser analisado em diversos cenários de aplicação e diferentes horizontes temporais. No curto/médio prazo, a virtualização permite segmentar a infra-estrutura de rede em domínios independentes e isolados entre si, dando a cada tipo de serviço (por exemplo, voz, IPTV, Internet, redes empresariais) as características adequadas às suas características. Consegue-se desta forma tirar partido da convergência de múltiplos serviços sobre uma única infra-estrutura de rede, e ao mesmo tempo construir para cada tipo de serviço uma rede adequada às suas características e requisitos. Por outro lado, a criação e reconfiguração de redes virtuais em tempo real confere aos

operadores a possibilidade de reagir com grande agilidade às variações e ciclos do mercado e minimizar os riscos de adopção de novas tecnologias de rede. Também em cenários de migração tecnológica a virtualização de rede pode desempenhar um papel importante, por permitir a coexistência de diferentes tecnologias sobre uma mesma plataforma de rede, eliminando dessa forma a necessidade de manter múltiplas infra-estruturas separadas.

No longo prazo, a virtualização oferece aos operadores a convergência entre redes e tecnologias de informação, e abre portas a novos negócios, com destaque para a área emergente do *Cloud Computing* [6]. Através da virtualização, recursos de rede e de TI passam a poder ser geridos e controlados de uma forma integrada, com grande dinamismo e elasticidade.

Finalmente, a separação entre redes e infra-estrutura abre caminho a novos modelos de negócio, o que representa novas oportunidades para os operadores (novos clientes, novos mercados, novos serviços), mas também ameaças motivadas pela entrada de novos actores neste cenário.

7. Conclusão

Inicialmente proposta como ferramenta para materializar novas ideias para a Internet do Futuro, a virtualização de rede tem vindo a ganhar um protagonismo crescente, não apenas nos meios académicos, mas sobretudo no seio dos operadores e da indústria.

Embora a virtualização exista sob diversas formas nas redes dos operadores, estamos ainda longe de poder usufruir das vantagens de poder construir redes isoladas, seguras, heterogéneas, flexíveis e programáveis sobre uma infra-estrutura comum. Há um conjunto de desafios que têm que ser ultrapassados pelos operadores, nomeadamente em termos de controlo, gestão e monitorização dos recursos de rede, de forma a garantir níveis de fiabilidade, escalabilidade e segurança adequados em redes de operador.

A plataforma experimental desenvolvida pela PT Inovação no âmbito do projecto 4WARD constitui uma contribuição neste processo – por um lado, representa uma prova de conceito e demonstra a viabilidade de construir e adaptar redes virtuais a pedido e em tempo real. Por outro lado, fornece orientações para o desenvolvimento de futuras plataformas de criação, descoberta, gestão e monitorização de redes virtuais. A modularidade com que a plataforma foi desenhada permite grande

flexibilidade para incluir funcionalidades adicionais, como reconfiguração automática, recuperação de falhas e cenários multidomínio, que poderão constituir tópicos a desenvolver em futuros projectos.

Referências

- [1] M. Melo, S. Sargento, and J. Carapinha, "Network Virtualisation from an Operator Perspective," Proc. Conf. sobre Redes de Computadores - CRC, October, 2009.
- [2] Chowdhury, N. Mosharaf K. and Raouf Boutaba: "A survey of network virtualization." Computer Networks, 54(5):862–876, April 2010, ISSN 1389-1286.
- [3] 4WARD Consortium: "Virtualisation approach: Evaluation and integration - update." Technical Report, ICT-4WARD project, Deliverable D3.2.1, June 2010.
- [4] J. Chabarek, J. Sommers, P. Barford, C. Estan, D. Tsing, and S. Wright. "Power awareness in network design and routing." In Proc. IEEE INFOCOM, 2008.
- [5] Y. Wang, J. van der Merwe, and J. Rexford, "VROOM: Virtual Routers On the Move," In Proc. ACM SIGCOMM Workshop on Hot Topics in Networking, Nov 2007.
- [6] "Extend Your IT Infrastructure with Amazon Virtual Private Cloud," Amazon White Paper, http://awsmedia.s3.amazonaws.com/pdf/AWS_Security_Whitepaper.pdf

João Nogueira, concluiu o Mestrado Integrado em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações na Universidade de Aveiro em 2010. No seu último semestre de curso, integrou um programa de estágio curricular no departamento IAD1, na PT Inovação, onde participou activamente e com sucesso no projecto europeu 4WARD. Actualmente, encontra-se em estágio profissional, através do programa PT Trainees, afecto ao Smart@Home. As suas áreas de interesse são diversas, e compreendem temas como rádio-frequência, redes ópticas, virtualização de rede e microelectrónica, entre outros."

Márcio Melo, doutorando em Engenharia Electrotécnica e M.Sc. Integrado em Engenharia de Electrónica e de Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2008. Iniciou a sua actividade profissional no Instituto de Telecomunicações, pólo de Aveiro, através duma bolsa de investigação científica em Setembro do mesmo ano. Em Dezembro de 2009, obteve uma Bolsa de Doutoramento em Empresa co-financiada pela FCT e pela PT Inovação. Ingressou nesse ano na PT Inovação como estagiário no departamento de Investigação Aplicada e Difusão do Conhecimento. Participou activamente no projecto europeu 4WARD – Future Internet na componente da virtualização de rede. Actualmente, colabora num estudo da Eurescom Network Virtualisation – Opportunities and Challenges e no projecto europeu SAIL - Scalable and Adaptive Internet Solutions. Possui conhecimentos sobre tecnologias de rede sem-fios, WiMAX e Wifi, protocolos de mobilidade, IEEE 802.21. E de plataformas e ferramentas de virtualização de rede.

Jorge Carapinha, obteve a Licenciatura em Engenharia Electrotécnica, Ramo de Informática, pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (1984) e Mestrado em Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro (1998). Desde 1985 é colaborador da PT Inovação (anteriormente CET). No âmbito de projectos nacionais e internacionais tem desenvolvido actividades em diversos domínios, com destaque para tecnologias de redes de núcleo, redes privadas virtuais e qualidade de serviço. Presentemente coordena a participação da PT Inovação no projecto SAIL, "Scalable and Adaptive Internet Solutions", no âmbito do FP7.

Susana Sargento, concluiu o Doutoramento em Eng. Electrotécnica em 2003. Começou por ser docente no Departamento de Ciências de Computadores da Universidade do Porto de 2002 a 2004, e encontra-se desde 2004 na Universidade de Aveiro e Instituto de Telecomunicações. Durante os últimos anos ela tem estado envolvida em vários projectos nacionais e internacionais, destacando-se os projectos Europeus FP6 IST-Daidalos, IST-C-Mobile, IST-WIP e FP7 ICT-4WARD, ICT-C-CAST, ICT-Euro-NF, com responsabilidades de coordenação de várias actividades, como as actividades de Qualidade de Serviço e Integração de Redes auto-organizadas no projecto FP6 IST-Daidalos. Está correntemente envolvida em vários projectos Internos da Rede de Excelência FP7 Euro-NF na área de arquitecturas inovadoras para a Internet do Futuro, projectos no âmbito do Programa CMU|Portugal (DRIVE-IN), e projectos Nacionais FCT e com Empresas (de onde se destacam as colaborações com a PTInovação). Os seus interesses de investigação centram-se nas áreas de redes de Nova Geração e de Internet do Futuro, mais especificamente nas áreas de QoS, mobilidade, virtualização, redes auto-geridas e cognitivas.

01

Desenvolvimentos transversais em *smartphones* Android

palavras-chave:
Android, aplicações, MEOVox, informação de contexto, mobilidade transparente, *media*, SIP



Pedro Neves



Telma Mota



José Albergaria



Ricardo Santos



Ricardo Silva



André Barbosa

Os *smartphones* invadiram o mercado das telecomunicações e são actualmente um dos principais meios de proliferação dos operadores móveis até aos utilizadores. Um dos principais *players* neste mercado são os *smartphones* com a plataforma *Android*. Esta plataforma, inicialmente impulsionada pela Google, fornece aos utilizadores elevados níveis de flexibilidade e personalização. A PT Inovação tem-se mantido atenta a este fenómeno, e identificou um conjunto de oportunidades relacionadas com o sistema *Android* a vários níveis: aplicacional, *media*, contexto e comunicação.

Este artigo descreve resumidamente algumas destas oportunidades, bem como o seu desenvolvimento e integração com produtos PT Inovação.

1. Introdução

O *Android* caracteriza-se por ser um sistema operativo para dispositivos móveis, cujo desenvolvimento foi despoletado pela Google, permitindo um elevado grau de flexibilidade e personalização do terminal, incluindo alterações ao próprio sistema operativo (*open-source*) com o acréscimo de novas funcionalidades.

Actualmente, os operadores procuram, por um lado, definir parcerias com os principais fabricantes de dispositivos móveis (e.g. Samsung, HTC, ZTE, ...) na tentativa de fornecer aos seus clientes soluções inovadoras mais rapidamente que os seus competidores e, por outro, seguir a tendência da Internet do futuro ao explorar cada vez mais a capacidade criativa dos utilizadores enquanto possíveis criadores de serviços e aplicações. O *Android* surge assim como uma plataforma apelativa para os operadores móveis, numa perspectiva um pouco diferente da convencional. A abertura inerente ao tipo de sistema operativo *open-source* permite criar uma "service store" mais personalizada e evoluída, já que os seus utilizadores passam a poder intervir e desenvolver serviços a todos os níveis e não só ao nível aplicacional, como no caso do iPhone.

Este artigo aborda vários tipos de serviços desenvolvidos para a plataforma *Android*. A PT Inovação tem-se mantido bastante atenta à evolução deste mercado e este artigo descreve o trabalho que temos vindo a realizar sobre a plataforma *Android*, transversal a toda a pilha protocolar – aplicações mais personalizadas e *user-friendly* que tiram partido das funcionalidades oferecidas por este sistema; desenvolvimen-

tos sobre a *Media Framework* do *Android* com o objectivo de integrar o protocolo SIP e permitir a utilização destes telefones em cenários IMS; agentes no terminal que recolhem informação de contexto e exportam-na para o operador para poder ser utilizada pelas diferentes aplicações; e finalmente, mas igualmente relevante, mecanismos que permitirão a utilização destes terminais em cenários de mobilidade sem quebra de serviço em ambientes de rede heterogéneos (e.g. Wi-Fi e 3G HSPA).

2. Aplicações Android – MEOVox e Vídeo vigilância

Com o desenvolvimento da televisão, desde o surgimento da TV a preto e branco, até ao IPTV, contemplamos uma massiva evolução nos conteúdos e aplicações que enriquecem a televisão. Partindo da introdução da cor, passando pelo acesso a múltiplos canais temáticos e acabando em aplicações interactivas e jogos, a televisão tem-nos brindado com uma frutuosa dinâmica que a mantém num lugar de destaque dentro das nossas casas. Embora esta transformação seja benéfica para o cliente, há um pormenor que tem escapado aos dinamizadores deste movimento: o interface com a televisão mantém-se o mesmo desde o início da utilização dos telecomandos. Este facto não choca a maioria dos utilizadores, porque é algo que nos acompanha desde sempre e criámos o hábito de carregar dezenas de vezes por dia no nosso controlo remoto, sem que isso nos crie algum tipo de problema. Felizmente o contexto está a mudar. Com o advento do IPTV, é possível criar um vasto conjunto de aplicações, o que implica uma substancial melhoria na forma como



Figura 1 -Smartphone com plataforma Android (TMN a1)

interagimos com a televisão. Vamos imaginar dois cenários: queremos mudar para o canal Discovery, mas não sabemos o número do canal. Com os comandos actuais a solução é percorrer todo o alinhamento de canais, que nos fará perder tempo e potencialmente distrair-nos. Outro cenário é procurar filmes com certas características, por exemplo uma determinada actriz, nos vídeos MEO. A solução é mudar para a página de procura e escrever no comando o nome da actriz, o que é no mínimo cansativo. Estes exemplos demonstram-nos que o interface actual não é nada prático para lidar com estas situações.

Uma solução muito mais elegante para estas acções seria usar a voz. Se pudéssemos dizer o nome do canal e a televisão mudar para o canal respectivo sem a necessidade de sabermos o número correspondente, ou então indicar verbalmente que queremos procurar o nome de uma actriz e obter os resultados directamente na página de procura sem mais cliques adicionais, seria muito mais intuitivo, mais rápido e confortável.

Movidos pelas mesmas necessidades do utilizador típico, criámos na PT Inovação um protótipo de um comando que controla a TV recorrendo à voz e, para enriquecer a experiência, também reconhece gestos, emitindo os respectivos comandos para a TV (Fig. 2). Esta aplicação é implementada no *Android 2.1*, onde usamos a classe intrínseca ao *Android* de reconhecimento de voz para converter a voz em texto. A partir do texto devolvido pelos servidores da Google, mapeamos na lista de comandos predefinidos que, usando uma ligação IP/porto, enviamos para a MEO Box,

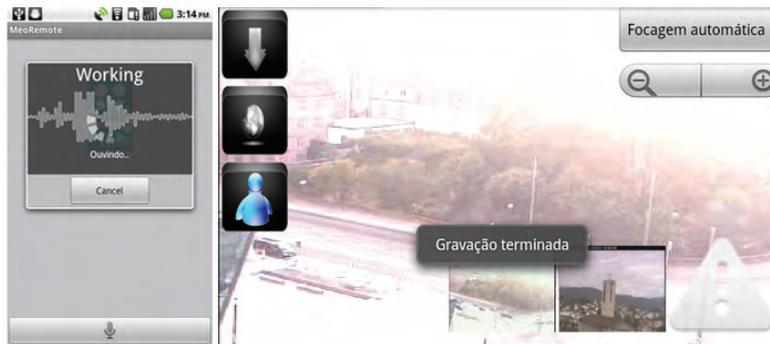


Figura 2 - Aplicações MEOVox (esquerda) e de Vídeo Vigilância (direita)

para executar a acção correspondente.

Outra área de grande interesse tecnológico é a domótica. De entre os serviços em estudo a PT pretende disponibilizar uma solução de videovigilância, na qual poderemos aceder e controlar os *streams* de vídeo das câmaras instaladas em nossa casa via um interface *Web* (Figura 2).

A solução permitirá o acesso ao conteúdo das câmaras usando um *browser*, instalado num PC ligado à rede doméstica, para configuração e visualização das *streams* de vídeo. Para complementar e adicionar versatilidade ao serviço, desenvolvemos um protótipo de uma aplicação *Android* onde o cliente pode aceder em tempo real às suas câmaras de vigilância a partir do seu telemóvel, quer seja via *Wi-Fi* ou 3G, sem estar limitado ao uso de um PC *desktop*, podendo tirar *snapshots* de qualquer câmara e gravá-las no *smartphone* para usar futuramente. A aplicação móvel acede a um elemento de rede que concentra a informação produzida pelo sistema de videovigilância e, após uma autenticação, lista as câmaras disponíveis, permitindo ao cliente escolher a que quer ver. O cliente pode usar o ecrã táctil para controlar a direcção da câmara seleccionada e, se a câmara suportar essa funcionalidade, fazer *zoom-in* ou *zoom-out*.

A implementação da aplicação centra-se no módulo de reprodução de *media* (*android.media.MediaPlayer*), incorporado no *Android*, que permite reproduzir conteúdo directamente de fontes *Web*. A aplicação inclui uma interface gráfica, especificamente desenhada para apresentar a informação ao cliente de uma forma clara e fácil de usar. O ecrã é preenchido com a câmara seleccionada por *default*. Sobreposto à imagem da câmara *default* existe, em rodapé, uma galeria com as câmaras disponíveis, que podem ser seleccionadas para serem mostradas em *fullscreen*, ape-

nas com um toque. Do lado esquerdo existem botões que permitem a captura de *screenshots* e o envio das imagens para o email. Com esta aplicação o cliente tem flexibilidade para aceder a qualquer hora e de qualquer local ao seu sistema de vigilância, permitindo a monitorização e intervenção em caso de emergência.

3. Android Media Framework – Integração do protocolo SIP

A transmissão de conteúdos multimédia entre dispositivos móveis é, cada vez mais, uma área em exploração. A evolução dos dispositivos móveis e das redes que os suportam, fornece potencialidades à criação de serviços mais sofisticados e inovadores. O facto da plataforma *Android* não disponibilizar o protocolo de estabelecimento de sessão SIP [1] na sua arquitectura, é um factor limitativo para o desenvolvimento de novas aplicações de *streaming*. Desta forma, baseado na actual *media framework* foram desenvolvidos um conjunto de mecanismos para integrar o protocolo SIP.

Sucintamente, a *Media Framework* do *Android* é uma biblioteca que disponibiliza uma API para a manipulação de *media* (áudio e vídeo), tendo o *Media Player Service* como um dos seus principais componentes. Este serviço está dividido em quatro módulos: *Media Recorder Service*, onde é feita a captura e manipulação da imagem da câmara (fotográfica e vídeo); as bibliotecas *MIDI* e *Vorbis*, onde é manipulado todo o tipo de *media* *MIDI* e *Vorbis*, respectivamente; e, finalmente, a biblioteca *OpenCore*, onde são tratados todos os restantes tipos de *media* suportados pela plataforma *Android*. A *OpenCore* fornece suporte ao desenvolvimento de aplicações de *media*, disponibilizando funcionalidades de reprodução, *streaming* e gravação (imagem e vídeo). A sua arquitectura está dividida em cinco camadas:

> **Content Policy Manager** - disponibiliza

os métodos de acesso e controlo para a manipulação de conteúdo multimédia;

> **Multimedia Engine** - faz o controlo da reprodução/gravação, recorrendo à invocação de funcionalidades das camadas inferiores;

> **Data Formats** - faz a leitura e escrita dos vários tipos de ficheiros de *media*, e de *streaming*. Nesta camada são suportados ficheiros do tipo *.mp3*, *.mp4*, *.aac*, *.wav*, *.3gp* e *.amr*. Quanto aos protocolos de *streaming*, são suportados *RTSP* e *HTTP*;

> **Codecs** - a componente *Audio Codecs* inclui os *codecs* *GSM-AMR NR*, *WB*, *MP3*, *AAC*, *HE-AAC V1* e *HE-AAC V2*. A componente de *Video Codecs* inclui os *codecs* *H.264*, *H.263* e *MPEG4*;

> **Android Interface** - disponibiliza a interface com o sistema operativo e a plataforma de serviços necessários (gestor de memória, *DNS lookup*, rede, acesso a ficheiros, etc.).

Sendo o protocolo SIP um protocolo de estabelecimento de sessão, onde é feita a sinalização de iniciação e negociação de recursos para a sessão a estabelecer, este pode ser colocado lado a lado com o protocolo de *streaming* *RTSP* e *HTTP stream*. Ambos os protocolos são utilizados para iniciar e negociar os recursos necessários para o estabelecimento de uma sessão de *media*. Hierarquicamente, estes protocolos estão situados na camada de dados, sendo esta camada responsável por manipular a informação a ser decodificada e reproduzida. A Figura 3 apresenta a nova arquitectura da

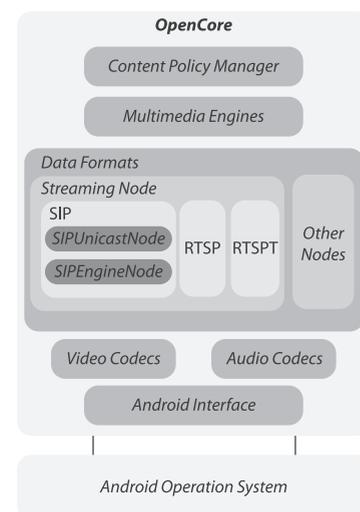


Figura 3 - OpenCore Framework do Android

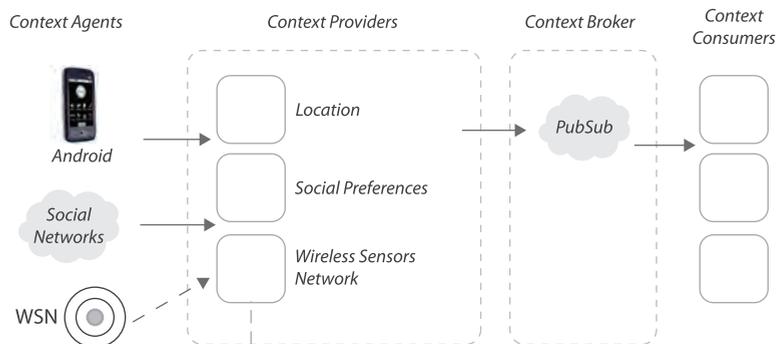


Figura 4 - Arquitectura geral de contexto

framework *OpenCore* com a integração do protocolo SIP. Como podemos observar na figura, a nova componente SIP inclui as componentes *SIPUnicastNode* e *SIPEngineNode*. A componente *SIPUnicastNode* representa uma interface para que as actuais componentes da *OpenCore* possam utilizar a nova componente SIP, da mesma forma que utilizam os restantes protocolos de *streaming*. A componente *SIPEngineNode* é responsável pelo estabelecimento da sessão SIP, pela negociação da sessão multimédia e pelo controlo da sessão e de todos os estados possíveis que esta pode tomar durante a sua execução.

4. Gestão de informação de contexto

A arquitectura de contexto utilizada no âmbito deste trabalho (ver Figura 4) baseia-se num componente central bastante importante – *Context Broker* – para onde é publicada toda a informação de contexto que é possível recolher acerca de cada utilizador. Assim, existem vários agentes de contexto – *Context Providers* – a “alimentar” o *Context Broker* e os *Context Consumers*, que representam os elementos que “consomem” a informação de contexto.

Este trabalho desenvolveu um *Context Publisher*, cujo objectivo era recolher a informação de contexto proveniente dos vários agentes do Android e exportar essa informação para o *Context Broker* do operador. Foram implementados os seguintes agentes de contexto para serem enviados pelo *Context Publisher* do Android:

- > Localização (GPS ou informação da célula);
- > Presença (XMPP);
- > Informação do terminal (volume de to-

que, tamanho do ecrã, etc.);

- > Sensores disponíveis (luminosidade, movimento, etc.).

A informação relacionada com a presença está fortemente ligada ao protocolo utilizado (XMPP) [2], sendo independente do tipo de terminal. No entanto, a restante informação (localização, informação do terminal e sensores disponíveis) depende das capacidades do terminal e do que o *Software Development Kit* (SDK) do Android fornece. Uma das dificuldades encontradas com a implementação no Android relacionou-se com o facto de a comunicação com o *Context Broker* ser feita (precisamente) por XMPP. Nas primeiras versões do Android, o SDK era disponibilizado com suporte XMPP, tendo sido retirado nas versões mais recentes, obrigando ao uso da biblioteca *Smack* [3] adaptada a Android.

A utilização do protocolo XMPP para estabelecer a comunicação entre o *Context Publisher* e o Broker permite também identificar o terminal a partir do qual a ligação persistente é realizada, o que é bastante útil na nossa *framework* para o envio de notificações para os terminais. Isto implica que cada terminal tenha uma única ligação activa, identificada a partir do *International Mobile Equipment Identity* (IMEI). Como no terminal temos também aplicações que utilizam a informação que já foi processada no *Context Broker* e que precisam de “partilhar” a ligação XMPP, tivemos que implementar no *Context Publisher* formas de outras aplicações acederem à informação recebida através do protocolo XMPP. Desta forma, o *Context Publisher* é o único cliente XMPP do Android, sendo assim “obrigado” a disponibilizar interfaces para que outras aplicações possam receber a informação que vem no sentido inverso. Para isso, o *Context Publisher* permite que as aplicações façam subscrição do tipo de

informação que pretendem (alertando-as posteriormente da recepção dessa informação através de *Intents*) e permitindo que ao mesmo tempo as aplicações possam enviar informação para o servidor através da ligação XMPP.

Como se pode ver na Figura 5, existe ainda a possibilidade do *Context Publisher* ser iniciado automaticamente quando se faz *boot* do terminal.

5. Gestão de mobilidade

A maioria dos terminais Android possui interfaces de rede *Wi-Fi* e 3G (voz e dados), além de suportarem também *Bluetooth*. De modo a tirar partido desta capacidade, é importante integrar mecanismos de mobilidade heterogénea, numa abordagem *make-before-break*, nesta plataforma. Resumidamente, o objectivo deste trabalho consistiu em fornecer ao Android a capacidade de efectuar *handovers* verticais entre redes *Wi-Fi* e 3G (utilizando a rede comercial da TMN) sem perda de conectividade (ver Fig. 6) em ambientes IPv6. Os mecanismos de mobilidade vertical transparente representam uma vantagem para o operador e para o utilizador. O operador pode assim gerir melhor a sua rede de acordo com a carga e número de utilizadores; o utilizador pode usufruir de uma melhor qualidade de serviço/experiência. Para atingir este objectivo foi necessário integrar os seguintes componentes no Android:

- > *Framework* IEEE 802.21 [4] *Media Independent Handover* (MIH) - optimiza os processos de mobilidade em ambientes heterogéneos facilitando a descoberta de novas redes e o processo de selecção e preparação da rede de destino;



Figura 5 - Context Publisher

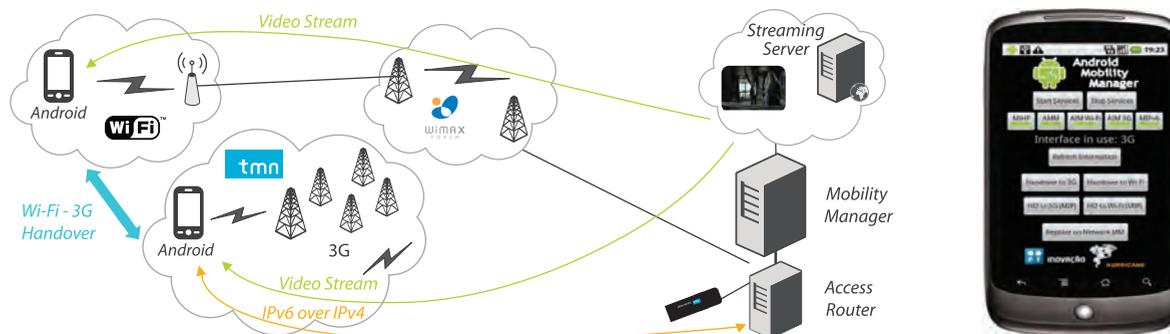


Figura 6 - Demonstrador de Mobilidade IPv6 (esquerda) e Android Mobility Manager (direita)*

- > *Protocolo Mobile IPv6 (MIPv6)* [5] - executa a mobilidade da sessão ao nível IP;
- > *Gestor de Mobilidade Heterogéneo (GMH)* detecta a necessidade de *handover*, selecciona a nova rede de destino e prepara o processo de transição através da *framework* IEEE 802.21. É também responsável por ordenar a execução do processo de *handover*, utilizando para isso uma interface (no terminal móvel) com o protocolo de execução de mobilidade MIPv6.

Para a integração dos componentes acima referidos foram efectuadas um conjunto significativo de alterações à versão base do *Android*. Por exemplo, foram activadas funcionalidades ao nível do *kernel Linux* para suportar o protocolo IPv6, túneis IP e mobilidade IP. Outra alteração importante realizou-se ao nível do código fonte do *Android*, mais precisamente no módulo *ConnectivityService*, para activar o suporte de duas interfaces de rede (*Wi-Fi* e 3G) ligadas em simultâneo e assim permitir a realização de *handovers make-before-break* [6]. Esta modificação permite que o GMH controle as interfaces do *Android* e possa activar/desactivar as mesmas durante o processo de *handover*. Adicionalmente às alterações referidas, foi também necessário especificar, implementar e testar um conjunto de serviços para fornecer *handovers* verticais na plataforma *Android*, nomeadamente:

- > *MIHF* - é o componente central da *framework* MIH e permite a comunicação entre o GMH e os serviços a correr no *Android*;
- > *Android Mobility Manager (AMM)*: interage com o GMH da rede e com o protocolo de execução de mobilidade MIPv6. O objectivo deste serviço é permitir ao *Android* controlar a execução do processo de *handover* através do protocolo

MIPv6; obter as preferências do utilizador e descobrir qual a interface de rede que está a ser utilizada;

- > *Android Interface Manager (AIM)*: este componente integra as interfaces de rede do *Android* (3G e *Wi-Fi*) com a API definida na *framework* IEEE 802.21. Tem a capacidade de gerar eventos quando o estado da interface muda (e.g. interface ligada/desligada, ...) e recebe comandos para mudar o estado da interface (e.g. ligar uma interface, ligar-se a uma rede específica, ...). Existem duas instâncias deste componente: uma para a interface *Wi-Fi*, controlada a partir da *API WifiManager* do *Android* e outra para a interface 3G, controlada através das APIs *TelephonyManager* e *PhoneInterfaceManager* do *Android*.

6. Importância para os negócios do Grupo PT

A elevada proliferação de *smartphones*, juntamente com a crescente disponibilidade de largura de banda nas redes de acesso móveis, possibilitou a disponibilização de um vasto conjunto de serviços móveis aos utilizadores. Um dos principais responsáveis por este novo modelo de negócio dos operadores da rede móvel é a plataforma *Android*, caracterizada por ser *open-source*, fornecendo assim aos utilizadores uma flexibilidade bastante elevada e permitindo-lhes desenvolver novas aplicações e serviços de vários tipos.

Atento a este mercado, o Grupo PT, e em particular o operador móvel do grupo - TMN, tem tido um papel fundamental e pioneiro para a proliferação destes dispositivos no mercado nacional. Recorde-se que a TMN lançou o primeiro *smartphone* com a plataforma *Android* em Portugal - *HTC Magic* - em Julho de 2009 e lançou também o seu próprio *smartphone* com a plataforma *Android* - TMN a1 - em Abril de 2010. No sentido de reforçar a sua posição

de liderança na oferta de *smartphones* equipados com a plataforma *Android*, é fundamental para o Grupo PT aprofundar o seu *know-how* nesta área e desenvolver novos serviços destinados a esta plataforma. Deste modo, o trabalho descrito neste artigo é importante e está alinhado com os interesses actuais do Grupo PT, permitindo a disponibilização de um novo conjunto de serviços sobre a plataforma *Android*.

7. Conclusões

Este artigo apresenta de forma sucinta um conjunto de desenvolvimentos que têm sido efectuados sobre a plataforma *Android* na PT Inovação. Tendo em conta o facto de ser uma plataforma *open-source*, os serviços desenvolvidos são transversais à pilha protocolar. Resumidamente, foram efectuados desenvolvimentos ao nível:

- > Da aplicação - controlo da TV do MEO através da voz (MEOVox); acesso e controlo das câmaras de um sistema de videovigilância doméstico (mercado de domótica);
- > Da *Media Framework* - integração do protocolo de estabelecimento de sessão SIP;
- > Da gestão de informação de contexto - faculta o armazenamento e distribuição de informação de contexto;
- > De gestão de mobilidade - suporte de mecanismos de gestão de mobilidade transparente (sem quebra de serviço) em ambientes de acesso heterogéneos.

Como trabalho futuro, planeamos continuar a apostar no desenvolvimento de novas soluções sobre a plataforma *Android*. Um dos desafios que pretendemos abordar é a integração desta plataforma e dos serviços disponibilizados pela mesma com o paradigma de *Cloud Computing*.

Referências

- [1] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, and E. Schooler, "SIP: Session Initiation Protocol", IETF RFC 3261, Junho 2002.
- [2] XMPP Standards Foundation, <http://xmpp.org>
- [3] Smack Library, <http://www.igniterealtime.org/projects/smack>
- [4] IEEE 802.21 WG, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Media Independent Handover Services", IEEE P802.21, Janeiro 2008.
- [5] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko, "Mobility Support in IPv6", IETF RFC 3775, Junho 2004.
- [6] Ricardo Silva, Paulo Carvalho, Pedro Sousa, Pedro Neves, "Heterogeneous Mobility in Next Generation Devices: An Android-based Case Study", MobiMedia 2010, Setembro 2010, Lisboa, Portugal.

Pedro Neves, licenciado e Mestre em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2003 e 2006 respectivamente, encontra-se, desde 2007, a desenvolver o Doutoramento em Engenharia Informática e Telecomunicações na mesma Universidade. Após a Licenciatura, tornou-se bolseiro de investigação do Instituto de Telecomunicações, onde trabalhou em projectos co-financiados pela Comissão Europeia na tecnologia WiMAX. Em Junho de 2006 iniciou actividade na PT Inovação, em ambientes de acesso wireless heterogéneos, no âmbito de projectos co-financiados pela Comissão Europeia e pelo Eurescom. Em 2010 iniciou actividades de investigação na área de *Cloud Computing*, com ênfase na relação deste paradigma com os operadores de telecomunicações. Participou em mais de 10 projectos de colaboração internacional, é co-autor de 6 livros internacionais, e tem mais de 30 artigos publicados em revistas e conferências internacionais.

Telma Mota, concluiu a Licenciatura e Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores na Universidade do Porto. Ingressou na empresa TLP SA, onde realizou trabalho de planeamento e dimensionamento de redes de comutação digital, Redes Inteligentes e teletráfego. Desde 1994 que integra a PT Inovação e tem estado ligada às áreas de gestão e arquitecturas de Redes e Serviços; IN, evolução da IN, TINA, Parlay, IMS, TISpan e MBMS, assim como às normas 3GPP que se dedicam a definir aspectos de estabelecimento de Sessões Multimédia, QoS, Mobilidade e *Multicast*. Recentemente tem-se dedicado às arquitecturas de serviços; OMA, SOA, Web 2.0. Participou em diversos projectos Europeus (Eurescom e IST), liderou o C-CAST e na PTIN é responsável pela divisão "Plataformas e Redes Multi-serviço".

José Albergaria, licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Entrou para a PT Inovação como bolseiro onde participou em vários Projectos Europeus na área de Serviços, Contexto, IMS (*IP Multimedia Subsystem*), MBMS (*Multimedia Broadcast Multicast Service*) e Redes Móveis. Actualmente é colaborador da PT Inovação, no departamento IAD – Investigação Aplicada e Difusão do Conhecimento, onde se dedica ao estudo e desenvolvimento de aplicações para a plataforma *Android*.

Ricardo Santos, licenciado e Mestre em Engenharia Informática pela Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra em 2006 e 2008, respectivamente. Enquadrou o programa talento da PT Inovação em Setembro de 2007 e é, desde Abril de 2009, bolseiro no Instituto de Telecomunicações em Aveiro. Inicialmente integrou o projecto Europeu C-CAST, encontrando-se actualmente a participar activamente no desenvolvimento de um broker de contexto com base em XMPP e respectivos componentes e aplicações para *Android*.

Ricardo Silva, licenciado em Engenharia Informática pela Universidade do Minho em 2008. Encontra-se neste momento a terminar o mestrado em Engenharia Informática, com especialização em Redes e Serviços de Comunicações, pela Universidade do Minho e em colaboração com a PT Inovação, sob o tema "Mobilidade em Ambientes de Acesso Heterogéneos com Terminais *Android*".

André Barbosa, licenciado em Ciências da Computação pela Universidade do Minho em 2008, encontra-se a finalizar o mestrado em Informática com especialização em Engenharia de Redes e Serviços e Engenharia de Aplicações. Neste momento está a terminar a sua dissertação em conjunto com a PT Inovação, sob o tema "Integração do protocolo SIP na *Media Framework* da plataforma *Android*".

02

Consumo e partilha de conteúdos pessoais multimédia no MEO usando UPnP AV e DLNA

palavras-chave:
UPnP AV, DLNA, Partilha, Conteúdos,
Televisão, IPTV



Herlander Jorge Santos



Hugo Ricardo Dias



Gonçalo Matias



Bernardo Cardoso

Com a crescente digitalização e com o proliferar de soluções tecnológicas que possibilitam a produção, visualização e partilha de conteúdos multimédia pessoais, temos assistido a uma transformação no nosso ambiente doméstico, com especial enfoque na área do entretenimento.

Este artigo pretende apresentar o MAD (*Media Aggregator and Distributor*), um serviço centrado na TV e desenvolvido no âmbito da iniciativa *Smart@Home*, que possibilita e facilita o consumo e partilha de conteúdos pessoais digitais, sejam locais, *online*, ou então partilhados directamente pelos amigos. Este serviço inova especialmente pela utilização simplificada e integrada da televisão, pela necessidade quase nula de configuração recorrendo às mais recentes tecnologias de comunicação (UPnP - *Universal Plug and Play*, DLNA - *Digital Living Network Alliance*) e pela possibilidade de poder partilhar instantaneamente fotos e vídeos através da televisão.

1. Introdução

No mundo actual, a percentagem de novos conteúdos que não são produzidos em formato digital é claramente reduzida e com tendência a diminuir. A crescente oferta de dispositivos electrónicos multimédia, com a capacidade de interligação com outros dispositivos, coloca novos desafios no que concerne ao controlo e troca de informação entre estes equipamentos.

Os crescentes esforços de normalização dos protocolos e interfaces de interligação entre dispositivos começam a permitir a criação de aplicações que permitem a agregação, consumo e partilha de conteúdos provenientes de equipamentos distintos, de uma forma integrada e unificada.

Este artigo apresenta uma proposta que, usando as normas actualmente mais populares, centra na televisão a acção do utilizador, mas que distribui quer pela rede doméstica, quer pela *cloud* toda a tecnologia necessária à completa implementação do serviço, mostrando a convergência e complementaridade que cada componente pode ter num ecossistema de consumo e partilha de conteúdos multimédia pessoais.

2. DLNA e UPnP AV

Devido à dificuldade patente na partilha de conteúdos nos primeiros dispositivos digitais, quer devido à incompatibilidade de formatos, quer nos protocolos, foi formada em 2003 a DLNA, uma aliança sem fins lucrativos, que conta com a participação de mais de 250 empresas e que tem como objectivo facilitar o acesso, utilização e partilha de conteúdos de média.

Esta organização tem como filosofia a utilização de tecnologias baseadas em *standards*, nas quais se baseia para a especificação de entidades e modelos de interacção entre elas.

Como se pode observar na Figura 1, a DLNA propõe três classes de dispositivos: equipamentos de rede doméstica, equipamentos móveis, e equipamentos de infraestrutura para rede doméstica. Sendo que estes últimos têm como propósito facultar a conectividade e efectuar adaptação de conteúdos entre dispositivos das outras duas classes. Dentro dos dispositivos das duas primeiras classes encontramos as seguintes funcionalidades:

> *Digital media - server, player, renderer, controller, printer;*

> *Mobile digital media: server, player, uploader, downloader, controller.*

Diferentes funcionalidades podem estar agregadas num único dispositivo, sendo permitido a estes a possibilidade de desempenharem o papel de agente e fornecedor de conteúdos a equipamentos que não estejam preparados para comunicar numa rede DLNA.

Na base do DLNA está a especificação "UPnP AV" (*Universal Plug and Play Audio and Video* [1]) que, como o seu nome indica, é uma extensão para áudio e vídeo do *standard* UPnP. Esta norma utiliza técnicas de "zeroconf" (*zero configuration*) para permitir a descoberta automática e interligação com outros dispositivos, permitindo a um equipamento ligar-se a uma rede, ob-

ter um endereço IP, anunciar as suas capacidades e tomar conhecimento da presença de outros dispositivos, bem como das capacidades dos mesmos. O abandono seguro do dispositivo também está contemplado, não sendo mantida nenhuma informação de estado que não seja necessária.

A capacidade de automatização do processo de configuração é um dos aspectos mais importantes do UPnP e permite que utilizadores sem conhecimentos específicos de rede possam tirar partido de funcionalidades enriquecidas, resultantes da interacção dos vários dispositivos existentes na rede.

Quando um dispositivo UPnP se liga a uma rede inicia-se um processo de endereçamento: o dispositivo procura detectar a presença de um servidor DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*), solicitando um endereço IP. Nos casos em que não seja detectado um servidor DHCP o dispositivo deverá atribuir a si próprio um endereço, de âmbito local (169.254/16), usando um mecanismo que apresente algumas garantias de aleatoriedade. De seguida o dispositivo deverá testar esse endereço e verificar que não está em uso [2].

Uma vez terminado este processo de obtenção de endereço IP, pode então dar-se início ao processo de descoberta. O dispositivo anuncia-se à rede, enviando um conjunto de mensagens SSDP (*Simple Service Discovery Protocol*) [3] sobre comunicação *multicast*, onde descreve as suas características e capacidades.

Por sua vez, quando um ponto de con-

trolo se liga, envia mensagens de procura de dispositivos e serviços, utilizando novamente o protocolo SSDP via *multicast*. Ao receberem uma mensagem de procura, os dispositivos verificam se estão preenchidos os requisitos e em caso afirmativo entram no processo de descrição, respondendo ao ponto de controlo com um conjunto de mensagens SSDP com a URL onde o ponto de controlo poderá obter toda a informação disponível sobre o dispositivo ou serviço.

Nesse estado, é possível a dispositivos de controlo enviarem mensagens de acções aos outros dispositivos que lhes facultaram informações no decorrer do processo de descrição; estas interacções são do tipo comando-resposta.

Os elementos de controlo podem ainda subscrever (renovar e cancelar) eventos que os dispositivos disponibilizem e que são anunciados no processo de descrição. Esta sinalização é efectuada através de mensagens de evento. Estas, em conjunto com as de subscrição (renovação e cancelamento) constituem o processo de *eventing*.

Existe ainda um outro processo, de apresentação, que visa a exposição de interfaces de utilizador baseadas em HTML, para controlo e ou visualização do estado do dispositivo.

Alicerçada nesta infra-estrutura UPnP AV, a DLNA endereça como principais cenários de utilização o acesso a conteúdos remotos e a partilha de conteúdos multimédia. De forma a aumentar o potencial de interacção entre equipamentos, a DLNA específica, em adição ao UPnP AV, um conjunto de formatos suportados, bem como *codecs* e perfis.

A certificação DLNA não requer que os equipamentos suportem todos os formatos e *codecs*, o que pode criar incompatibilidades entre equipamentos, contudo, a opção da maioria dos fabricantes foi suportar os formatos e *codecs* mais populares, garantindo um nível aceitável de compatibilidade entre os diversos equipamentos disponíveis.

3. Descrição do sistema ou solução

Tirando partido das tecnologias DLNA, o sistema MAD tem como objectivo permitir a visualização e partilha de conteúdos multimédia de dispositivos locais ou remotos na *Set-top Box* (STB) MEO, isto é, destina-se a permitir reproduzir directamente na televisão fotos, música e vídeos pessoais que estejam disponíveis na rede



Figura 1 - Classes de dispositivos

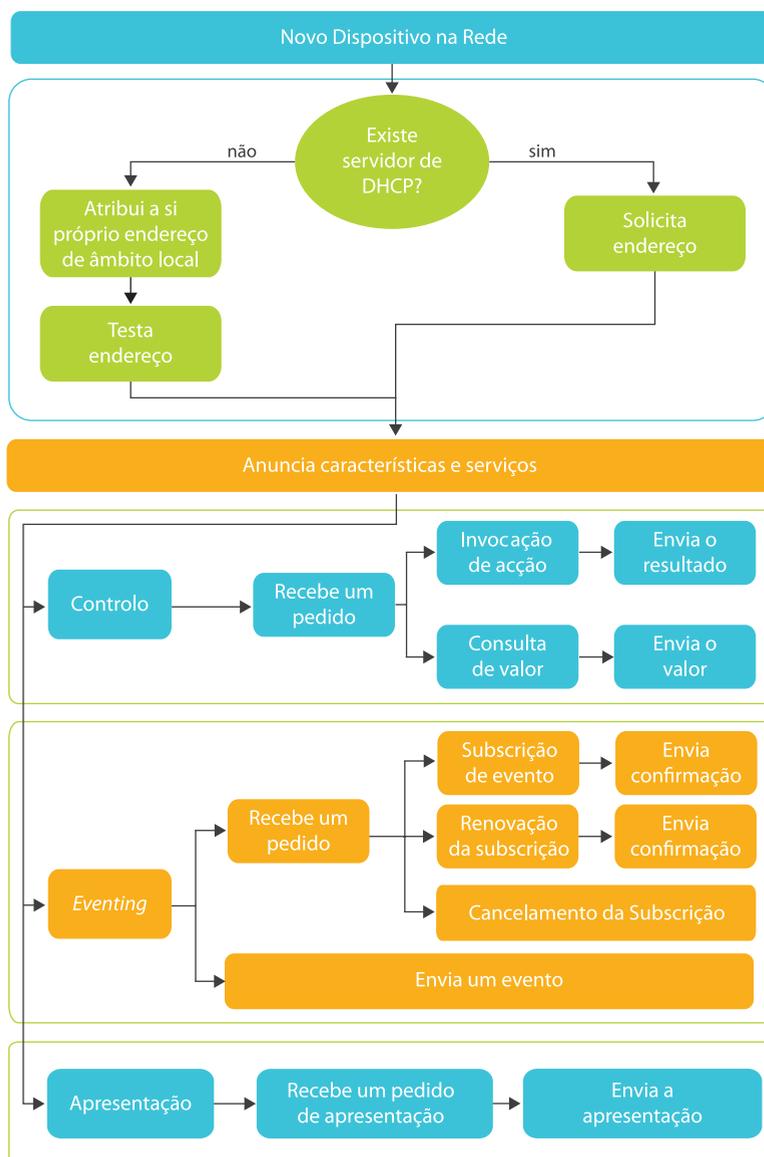


Figura 2 - Processos UPnP

local (num *media server*, num computador, num telemóvel, etc.). Acresce ainda a possibilidade de consumo de conteúdos disponíveis em serviços *online*, fotos do Flickr ou do Sapo Fotos, vídeos do Youtube, etc. Finalmente permite que os utilizadores partilhem entre si os conteúdos que acharem interessantes, recorrendo a uma rede social e utilizando apenas a sua televisão equipada com uma STB MEO.

Dado o elevado número de funcionalidades que disponibiliza, o sistema MAD é constituído por diversos módulos (Figura 3), cada um com um conjunto de funções bem definidas.

A aplicação que disponibiliza a interface com o utilizador que consubstancia o acesso ao sistema, usando a STB MEO (Figura 4), é um componente desenvolvido em *Mediaroom Presentation Framework-MPF* [4] que permite usar os controlos nativos do *software* cliente da STB.

Para permitir a partilha de conteúdos entre os vários utilizadores MAD é usada a rede do MSN Messenger e como tal o utilizador deverá ter uma conta registada nesta rede social. No momento em que a aplicação é iniciada na STB, é feito o registo de entrada do utilizador num componente servidor (MAD *Register*), originando assim um processo de *login* na rede social. A partir desse momento o utilizador estará capacitado para enviar e receber conteúdos directamente na televisão.

Como a versão do MPF actualmente disponível nas STB não está ainda preparada para utilizar directamente a tecnologia UPnP, é necessária a intervenção de um outro módulo (MAD UPnP *Broker*), o qual é responsável por servir de interface entre o mundo UPnP e mundo MPF. Ou seja, se a aplicação necessitar de uma listagem de dispositivos multimédia ou uma listagem de conteúdos, invoca os serviços através do *broker*, o qual fará o pedido ao dispositivo e devolverá a resposta. As versões mais recentes da MPF já integram uma API UPnP, tornando desnecessário em futuros desenvolvimentos a utilização deste módulo UPnP *Broker*.

Uma outra funcionalidade disponibilizada foi a possibilidade de a STB receber notificações automáticas sempre que um novo dispositivo for detectado na rede pelo MAD UPnP *Broker*. Esta funcionalidade recorre ao serviço STB Notification, o qual é responsável pelo envio das notificações para as STB.

As limitações existentes no *software* clien-

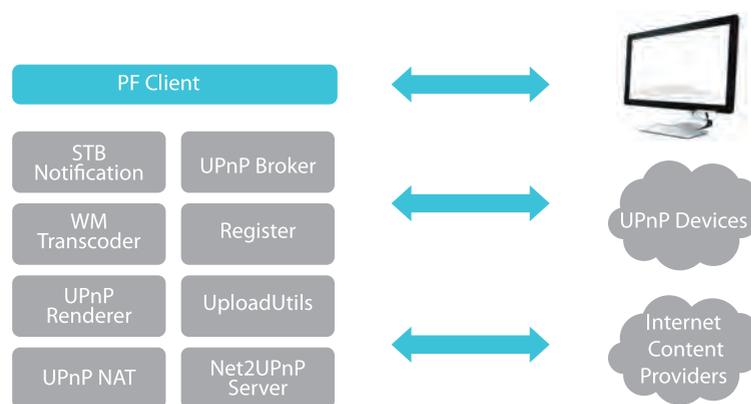


Figura 3 - Arquitectura MAD

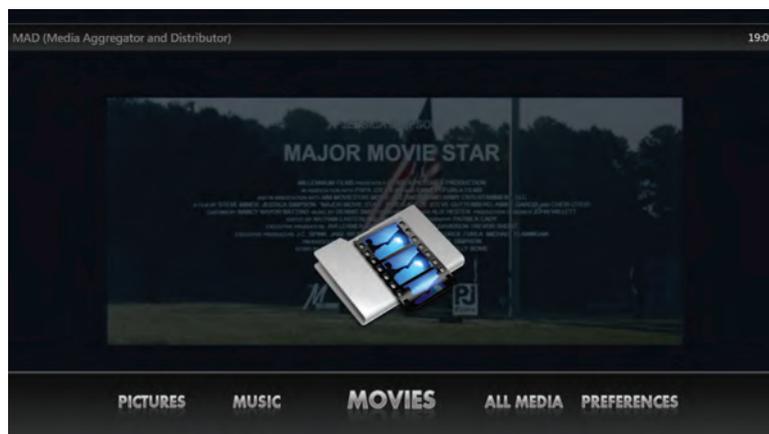


Figura 4 - Interface MAD na televisão

te da STB, permitem apenas a reprodução directa dos formatos WMV e MP4. Para minorar o impacto desta limitação, a solução encontrada foi o desenvolvimento de um módulo adicional de conversão em tempo real de vídeo (MAD *WM Transcoder*). Este módulo lê o ficheiro de vídeo disponibilizado num formato não suportado, como o DIVX, e disponibiliza num URL a *stream* no formato WMV, o qual é aceite pela STB.

Conforme referido acima, a aplicação permite a consulta de conteúdos locais, online e ou partilhados por amigos da rede MSN Messenger. Para permitir que conteúdos locais sejam acessíveis remotamente, é usado o sistema de NAT disponível nas *gateways*. O serviço MAD UPnP NAT é responsável por fazer um mapeamento do par IP/porta locais com o par IP/porta externos, criando assim um meio de comunicação directo entre os dispositivos locais e a aplicação remota. Dado este cenário ter sido pensado para um demonstrador tecnológico, não foram consideradas questões de segurança previsíveis neste cenário.

Dependendo da opção do utilizador, podem ser apresentados os dispositivos encontrados na rede local ou então na rede de um amigo. Após a selecção do dispositivo, são listados os vários conteúdos partilhados nesse dispositivo, os quais também poderão estar organizados em pastas, permitindo ao utilizador navegar entre elas e eventualmente seleccionar um conteúdo. Se este for uma música, esta é reproduzida de imediato, mantendo o contexto. Se for uma foto, será iniciado o modo de *slideshow*, mantendo a música de fundo, funcionalidade considerada bastante útil pelo utilizador. Por fim, se o conteúdo for um vídeo, este é reproduzido em ecrã integral.

Dado o forte cariz de *social networking* associado à produção e partilha de conteúdos multimédia, foram elaborados dois módulos responsáveis pela comunicação com os vários serviços de partilha multimédia *online* (Sapo Vídeos, Sapo Fotos, Sapo Cinemas, Flickr, Picasa e Youtube). Para disponibilizar estes conteúdos *online* na rede local, tirando partido da tec-

nologia UPnP, foi desenvolvido o módulo Net2UPnP *Server*, o qual é responsável pela obtenção de listagens de conteúdos, em várias categorias, usando para o efeito *feeds* RSS e acesso a API disponibilizadas pelos fornecedores de conteúdos. Este módulo anuncia-se na rede local como sendo um servidor de conteúdos UPnP AV padrão e, como tal, além de ser acessível pela aplicação MAD também será acessível a qualquer outro cliente UPnP AV/DLNA, como uma televisão com DLNA ou uma Playstation 3, por exemplo.

Partilhando um pouco a visão da *Web 2.0*, em que os utilizadores se tornaram produtores de conteúdos e não meros consumidores dos mesmos, desenvolveu-se uma funcionalidade de partilha de conteúdos *online*. Existe um serviço responsável pelo processo de *upload* de conteúdos locais para os servidores online, tais como Youtube ou Picasa. Sendo assim, com um premir de um botão do telecomando, o utilizador pode seleccionar o serviço pretendido, sendo este contextualizado conforme o tipo de conteúdo (fotografia ou vídeo). Após seleccionar o álbum de destino, o processo de *upload* inicia-se em *background* e no final da operação o utilizador é notificado do sucesso ou não da operação.

Uma das funcionalidades mais importantes e que causou grande impacto nas diversas demonstrações efectuadas deste sistema é o *"Instant Share"*. O utilizador pode, a qualquer instante, partilhar com os seus amigos qualquer conteúdo de um dispositivo da sua rede. São oferecidos vários canais de comunicação dependendo das configurações de cada amigo. É possível enviar fotografias para o telemóvel, através do envio de um MMS, redimensionando as imagens em conformidade ou enviar os conteúdos para o email. No entanto, o mais surpreendente é a possibilidade de partilhar conteúdos com um amigo que tenha o sistema MAD activo em sua casa. Se for esse o caso, ao partilhar um conteúdo, é enviada uma notificação para a STB do amigo com a indicação que um conteúdo está a ser partilhado. Basta aceitar o convite para que o conteúdo seja automaticamente reproduzido na televisão, seja um vídeo, uma música ou uma fotografia.

Finalmente, foi elaborado um módulo que tem como função anunciar a própria STB na rede local como um dispositivo UPnP (MAD UPnP *Renderer*). Este módulo, torna possível mandar reproduzir conteúdos na STB, a partir de um qualquer ponto de controlo UPnP. Após a selecção do conteúdo desejado é, tal como no cenário anterior,

enviada uma notificação para a STB com o convite para a visualização do conteúdo.

4. Resultados

O sistema foi testado no laboratório do *Smart@Home*, usando um conjunto de dispositivos UPnP (*software e hardware*) tais como o Windows Media Player, PC *Share Manager*, XBMC (Xbox Media Center), *Samsung Connected Home* (telemóvel Omnia) e Samsung ST1000 (câmara fotográfica digital).

Foram testados vários tipos e formatos de conteúdos nos diversos dispositivos. A câmara ST1000 foi testada com sucesso em dois cenários, um de partilha de fotografias, anunciando-se na rede com um servidor multimédia e outro através da pesquisa na rede do MAD *Renderer*, o que possibilitou enviar fotografias directamente para a STB através da rede local. O telemóvel Omnia também foi testado com sucesso, tendo o *software* apresentado uma particularidade interessante: actuando como um UPnP *Control Point*, foi possível experimentar um cenário em que o telemóvel efectua uma pesquisa num servidor de multimédia local e permite reproduzir esse conteúdo na STB. Verificou-se que o módulo de conversão de vídeo em tempo real é muito exigente a nível de capacidade de processamento, sendo preferível visualizar vídeos num formato nativo do cliente da STB.

Os testes revelaram alguma imaturidade ainda patente nas diversas implementações das normas UPnP AV/DLNA, implicando a necessidade de implementação de um conjunto de casos especiais para contornar diferentes interpretações de alguns dos dispositivos. Não obstante, os equipamentos mais recentes já apresentam implementações mais robustas e tolerantes perspetivando um futuro de maior interoperabilidade das implementações DLNA.

5. Importância para os negócios do Grupo PT

O sistema MAD foi apresentado pela primeira vez no Sapo *Codebits* 2009, tendo a ideia sido recebida com agrado pelos participantes do evento. Das reacções positivas concluiu-se que se trata de um sistema com bastante potencial para ser instalado em casa dos clientes MEO. Numa primeira fase não com todos os módulos, mas com as funcionalidades básicas para que o cliente possa aceder aos seus conteúdos locais e de provedores de conteúdos *online* e partilhar os seus vídeos e fotografias com os seus amigos.

Presentemente já se está a trabalhar na

criação de módulos que assentam na plataforma OSGi [5], para que sejam disponibilizados conteúdos online na rede local do cliente, através da *Home Gateway* (HGW), recorrendo ao uso da tecnologia UPnP. Este é um passo importante para a operacionalização da solução, já que não existe a necessidade de instalação de qualquer tipo de *hardware* ou de *software* em casa do cliente, estando essas funcionalidades já disponíveis na própria HGW. Paralelamente e aproveitando as funcionalidades da futura versão cliente do MEO vai ser possível usar tecnologia UPnP AV/DLNA directamente através de API nativas da STB, simplificando bastante a solução aqui apresentada.

Existindo no mercado outras soluções de *triple play*, o MEO tem que se destacar através da criação de valor para o cliente. É através da introdução de serviços inovadores que a PT poderá crescer e consolidar a posição que tem neste mercado.

6. Conclusões

A crescente digitalização dos conteúdos pessoais, bem como o aumento significativo de dispositivos que os criam, guardam e partilham, potenciam o aparecimento de aplicações integradoras que funcionem como sistema integrador para o consumo e partilha de fotos, música e vídeos digitais. O computador pessoal é o dispositivo alvo para a maior parte dessas aplicações, no entanto, a televisão e especialmente a TV com ecrã de grandes dimensões, disponível na maioria das nossas salas, é um dispositivo muito mais indicado para o consumo destes conteúdos.

O sistema MAD apresentado neste artigo propõe uma aplicação centrada na TV que permite cobrir os vários ângulos do consumo de conteúdos pessoais digitais, quer os locais, quer os online, quer os partilhados directamente pelos amigos.

As diversas acções de demonstração efectuadas permitem constatar que todas as funcionalidades encontraram grande apatência por parte dos utilizadores, o que nos leva a crer que um sistema semelhante terá um grande interesse comercial.

Neste momento e fruto dos resultados deste projecto, estão em desenvolvimento módulos que permitirão a simplificação da arquitectura do protótipo, possibilitando a criação de uma nova funcionalidade na oferta comercial que não implicará nenhum novo equipamento em casa do cliente.

Referências

- [1] UPnP Forum, UPnP Audio and Video specifications, http://www.upnp.org/news/documents/AV2_PR20060712.pdf
- [2] IETF RFC 3927, Dynamic Configuration of IPv4 Link-Local Addresses, <http://tools.ietf.org/html/rfc3927>
- [3] IETF Draft SSDP, Simple Service Discovery Protocol/1.0, <http://quimby.gnus.org/internet-drafts/draft-cai-ssdp-v1-03.txt>
- [4] Microsoft Mediaroom Presentation Framework, <http://www.microsoft.com/Mediaroom/LearnMore/Briefs/PresentationFrameworkWhitePaper.aspx>
- [5] OSGi Alliance, <http://www.osgi.org/About/HomePage>

Hugo Dias, licenciado em Engenharia Informática pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Iniciou a sua actividade na PT Inovação em 2004, com um estágio curricular subordinado ao tema "Sistema de Aprendizagem de Base Semântica", fazendo posteriormente um estágio profissional com o tema "Sistemas de Base Semântica para Gestão e Acesso a Conteúdos". Participou no desenvolvimento do "Sistema de Gestão de Formação" da plataforma de *eLearning "Formare"*, estando actualmente a trabalhar na plataforma de IPTV MEO, mais concretamente no desenvolvimento de aplicações para a sua integração na oferta de serviços IPTV.

Gonçalo Lemos Matias, licenciado em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações e mestre em redes de comunicações, ambos pelo Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática, da Universidade de Aveiro; iniciou a sua actividade em 2005, no âmbito da cadeira de projecto final da licenciatura, colaborando com a PT Inovação no projecto DAIDALOS I, centrando-se na problemática do não-repúdio de consumo de serviços de rede. Posteriormente e já como investigador do departamento de Investigação Aplicada e Difusão de conhecimento, esteve envolvido no projecto DAIDALOS II, desta vez ligado à gestão de recursos de rede. Encontra-se actualmente na iniciativa smart@home a trabalhar na plataforma IPTV MEO e na oferta aplicacional PT sobre esta plataforma.

Herlander Jorge, licenciado em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Iniciou o seu percurso profissional no Instituto de Telecomunicações, Pólo de Aveiro, como investigador na área de plataformas de serviços. Entre 2005 e 2007 esteve fortemente envolvido em tecnologias de JavaEE, com especial enfoque nas áreas de *Application Servers*, *Web Services* e linguagens de gestão de processos de negócio (BPEL e jBPM), contribuindo activamente para diversos projectos Eurescom nas áreas de SOA (*Service Oriented Architectures*) e SDP (*Service Delivery Platforms*). Actualmente integra a divisão Smart@Home, uma iniciativa que pretende impulsionar o desenvolvimento e integração de produtos e serviços convergentes para as redes domésticas com especial interesse a área de IPTV.

Bernardo Cardoso, obteve o Mestrado em Gestão da Informação pela Universidade de Aveiro em 2002 e a licenciatura em Auditoria Contabilística pelo ISCA de Aveiro em 1999. Ingressou na PT Inovação em 2000 e foi integrado no grupo de Tecnologias Multimédia onde esteve envolvido em vários projectos relacionados com televisão digital, vídeo digital e interactividade, com particular enfoque em sistemas baseados em MPEG e DVB. Esteve fortemente envolvido no projecto de Televisão Digital Interactiva da TV Cabo, ao nível do desenvolvimento de aplicações, conteúdos, testes e análise de desempenho. Mais recentemente esteve ligado às tecnologias associadas ao IPTV e contribuiu ao nível da customização e do desenvolvimento de aplicações no serviço MEO. Actualmente lidera a Iniciativa Smart@Home, que pretende agregar, na PT Inovação, todos os projectos de integração e convergência dos diversos equipamentos de telecomunicações, entretenimento e doméstica, existentes nas casas.

03

***Digital companion:* um novo elemento na família**

palavras-chave:
tablets, computação ubíqua, design centrado
no utilizador, domótica, media e IPTV



Herlander Jorge Santos



José Albergaria



Paulo Reis



Fausto de Carvalho

Através de uma perspectiva multidisciplinar este artigo pretende demonstrar os objectivos e o processo de design de um novo elemento tecnológico dos nossos domicílios: o *Companion*. Começa por contextualizar o problema da falta de uma linguagem comum e coerente na interacção com os artefactos tecnológicos que nos rodeiam, explorando em seguida a oportunidade que surge para um novo produto.

Este novo produto sustentar-se-á num controlo simplificado, através de metáforas de interacção coerentes, da pluralidade de serviços e equipamentos que o utilizador potencialmente terá no seu domicílio.

1. Introdução

Ao olharmos para os países mais desenvolvidos e percorrermos os diversos escalões etários, percebemos que a grande maioria das pessoas lida com imensa tecnologia no seu dia-a-dia. Com diferentes graus de complexidade e extensão, todos nós cedemos à sua utilidade e omnipresença. Em suma, a tecnologia é um facilitador, uma ferramenta que nos ajuda nas vicissitudes do quotidiano. Se nos focarmos no ambiente doméstico, podemos encontrar tecnologia em diversas áreas que nos proporcionam conforto, segurança, inteligência, comunicações ou entretenimento. Em face da diversidade de competências e motivações dos indivíduos que integram uma família, idealmente o consumo tecnológico deveria ser simples e intuitivo para deixar as pessoas usufruírem dos seus resultados práticos, particularmente no contexto doméstico. Mas o que se encontra na realidade, decorrente da dinâmica do mercado, é um ambiente heterogéneo, complexo e ruidoso, que leva a um afastamento das pessoas com menos propensão para investir tempo e esforço na aprendizagem de novas funcionalidades. É certo que a complexidade e o incremento de funcionalidades é inicialmente orientado a nichos de mercado específicos com forte capacidade para absorver novidades, mas os efeitos de concorrência e estratégias empresariais fazem-se sentir ao nível de todos os segmentos de mercado, que vão progressivamente sofrendo um *upgrade* tecnológico, aumentando as exigências sobre todos os clientes. Se nos focarmos mais uma vez nas nossas casas, encontramos uma teia de serviços, *gadgets*, aparelhos e redes que precisam de configura-

ção, personalização e manutenção. Esta panóplia de possibilidades torna a convivência com a tecnologia e o consequente usufruto dos benefícios muitas vezes difícil e penoso. O resultado prático deste contexto junto dos clientes é a resistência à tecnologia, rejeitando qualquer benefício decorrente do seu uso por acharem abusivo o seu nível de complexidade, ou então usam apenas um subconjunto mais acessível de funcionalidades que não necessitem de esforço na sua configuração. Qualquer um destes cenários converte-se em perdas significativas para as empresas que não conseguem obter o ARPU (*Average revenue per user*) esperado. Este é o resultado de uma falha continuada que acompanha a massificação tecnológica e o seu constante desenvolvimento: a ausência de um progresso equivalente ao nível da usabilidade e design. É neste patamar que é necessário criar soluções, inovar na forma como os clientes se relacionam com a tecnologia, agregando e simplificando o seu uso. Não se trata de criar mais tecnologia, mas sim de melhorar a experiência do cliente, permitindo um acesso e um consumo mais fácil e intuitivo, não deixando ninguém à margem dos seus benefícios.

2. A importância da usabilidade

A domótica é um exemplo paradigmático de tecnologia disjunta, fora do alcance de muitos. Sendo um conceito cada vez mais na ordem do dia, a domótica combina as vantagens dos dispositivos electrónicos e informáticos, de forma a obter uma utilização e uma gestão integrada dos diversos equipamentos de uma casa e permitindo o acesso às funções vitais da casa, como climatização, electrodomésticos, alarmes,

acessos, entre muitos outros. A domótica é integração: hoje mais do que os automatismos e os conceitos tecnológicos, discute-se a integração de soluções que funcionem em prol do conforto, da segurança, das comunicações e da eficiência energética. Apesar de ser um conceito adjectivado de “caro”, o sucesso da domótica depende acima de tudo da forma como esta gestão integrada das nossas casas é apresentada aos utilizadores finais. Uma solução de domótica pode proporcionar mais segurança, mais conforto e uma maior eficiência energética, mas é imperativo que a ideia de uma utilização simples e intuitiva, acessível a todos, esteja sempre presente.

Ao abrimos as portas dos nossos lares somos forçados a falar sobre televisão, algo que nos tem contemplado com uma frutuosa dinâmica e diversidade de conteúdos que a mantém ainda hoje num lugar de destaque dentro das nossas casas. O ambiente televisivo foi, durante muito tempo, o único referencial de informação, tanto social como cultural, um meio por excelência para o mundo exterior. O conceito de interactividade em televisão está a renascer, impulsionado especialmente pela fusão do mundo IP com o mundo TV, permitindo a entrega de conteúdos de televisão sobre plataformas IP. Assumindo-se hoje como uma alavanca essencial na estratégia da criação da televisão do amanhã, o IPTV é actualmente um dos principais sistemas de distribuição de televisão, sendo de destacar o caso português de sucesso MEO, um serviço multi-plataforma sustentado em IPTV, cujo objectivo é fornecer uma nova expe-

riência de televisão *multi-screen* (TV, PC e Móvel). No contexto nacional, três dos cinco operadores de televisão têm uma oferta baseada em IPTV. A natureza bidireccional do IPTV permite-lhe criar serviços que interagem, dependem e existem exclusivamente para o utilizador. Esta capacidade sem precedentes que o utilizador tem para interagir com o serviço/conteúdo está a revolucionar a forma de consumir televisão. Caminhamos para um período em que o espectador final terá a liberdade de escolher o que quer ver, como quer ver e quando quer ver.

É observável, até empiricamente, que as últimas três décadas foram extremamente prolíferas na adopção de tecnologias baseadas em computação. Os utilizadores destas soluções técnicas deixaram de ser apenas operadores especializados para passarem a ser um universo extenso e heterogéneo. Paralelamente, a panóplia de inovações que nos trouxeram maior processamento e armazenamento, diversos métodos de *input/output* e uma miniaturização do equipamento, tornam a tecnologia omnipresente – extravasando a perspectiva meramente operacional enquanto simples ferramenta de digitalização/computação e chegando a domínios como o lazer e o entretenimento, a saúde ou a segurança. Esta diversidade nos contextos de utilização implica uma maior necessidade de investigação em IHC (Interação Humano-Computador), sendo cada vez mais difícil basear a usabilidade em meras *guidelines* genéricas e em testes a utilizadores/operadores com objectivos e tarefas meramente funcionais.

Numa era em que o *hardware* começa a ser visto como matéria-prima, o valor das soluções tecnológicas reside cada vez mais nas suas aplicações e interfaces. Olhando particularmente para as habitações, onde são diversas as soluções tecnológicas, podemos identificar algumas questões problemáticas como a heterogeneidade das interfaces ou a complexidade das mesmas.

Estas questões, se devidamente endereçadas, poderão permitir o posicionamento de novos produtos no domicílio do utilizador. Utilizando sinergias com outros *players* (e.g., soluções de domótica) e soluções já implementadas (redes móveis, IPTV, etc.), é possível posicionar um produto que permita o controlo simplificado dos vários artefactos tecnológicos, apostando em factores diferenciadores como um formato físico adequado, esteticamente sóbrio, e uma interface coerente para todas as aplicações, que atenda à diversidade dos utilizadores.

3. Digital Companion

Na introdução deste artigo descrevemos o contexto actual da tecnologia no ambiente doméstico e as oportunidades que o futuro nos apresenta. Decorrente desse contexto e no sentido de responder aos desafios presentes, este artigo explica quais as componentes e passos para alcançar uma solução que pode ser comercializada num futuro muito próximo.

Nas primeiras preocupações quando nos debruçamos sobre questões de usabilidade e design está a escolha do *hardware* que suportará a aplicação. Nos mercados actuais encontramos um colossal sortido de *hardware* resultante da evolução dos componentes electrónicos que permitem combinações em formas e funcionalidades apenas limitadas pela imaginação dos designers e as necessidades dos clientes. Deste ferrilhar de inovação destacam-se os *tablets*, equipamentos que combinam dimensões reduzidas com todas as funcionalidades dos equipamentos de maiores dimensões e se posicionam como um equipamento ideal para suportar aplicações com fortes preocupações de design e usabilidade. Como complemento ao *hardware* e para suportar o desenvolvimento das aplicações devemo-nos apoiar em *software*, nomeadamente Sistemas Operativos, que disponibilizem SDK (*Software Development Kit*) que permitam o desenvolvimento de interfaces de excepção (onde podemos referir opções como o Windows Phone 7, o iOS4 da Apple ou o Android) e ao mesmo tempo que permitam o acesso, controlo e configuração de todas as funcionalidades presentes num *tablet*.

Na Figura 1 podemos ver um elemento central onde se condensa toda a interface, o único equipamento que será necessário usar para aceder a todos as funcionalidades e serviços domésticos. Este terminal será a face visível do *Digital Companion*. Suportará a interface gráfica e ligar-se-á a todos os sistemas controlando o seu funcionamento. A escolha do terminal deverá ter em consideração o tipo de utilização e os conhecimentos dos diversos utilizadores, desde o mais experiente ao mais incipiente. Este equipamento terá que ser leve o suficiente para ser transportado pela casa e ao mesmo tempo usufruir de um ecrã que lhe permita uma utilização eficaz quer ao nível da interface táctil, quer na visualização da informação, seja um filme, uma imagem da câmara do *hall* de entrada ou o conjunto de botões que controla a iluminação. Deverá também incluir todos os periféricos indispensáveis, como câmaras, sensores e altifalante para enriquecer a interacção com o utilizador. Desta descri-



Figura 1 - O Companion no ecossistema doméstico

ção surge naturalmente um formato, o *tablet*, que começa a ser cada vez mais considerado como opção adequada para muitas funções até agora delegadas noutros equipamentos.

Outro aspecto que exige cuidado é a escolha do *software*, que deve permitir um rápido desenvolvimento de aplicações e suportar API para o desenvolvimento de interfaces de voz, gestos e movimentos, que podem ser usados para simplificar e aumentar as possibilidades de interacção com o cliente. Nesta decisão o resultado não é tão claro, mas uma possibilidade interessante é o *Android* que, para além da existência de experiência de desenvolvimento *in-house*, é o sistema operativo com maior crescimento ao nível dos Sistemas Operativos Móveis nos mercados internacionais e suporta API já testadas que permitem uma implementação de interfaces inovadoras (ex. voz e gestos) que irão acrescentar valor à solução [1].

Esta plataforma (*tablet* + *Android*) será o suporte para a interface gráfica. É no desenvolvimento e implementação da interface que se vai conseguir a distinção e a mais-valia da solução. É fundamental recorrer a ferramentas, princípios e equipas de usabilidade e design para produzir uma interface não só intuitiva, mas também motivadora. Este sentimento consegue-se usando métodos de estudo próximos do cliente, para possibilitar um conhecimento real das suas necessidades e desejos. Ao mesmo tempo dever-se-ão explorar novos canais, como a voz ou gestos, de forma a possibilitar novas interacções, abrindo espaço para a criação de novos serviços e aplicações e otimizar a interacção com serviços existentes. O processo de criação da interface assentará tanto em engenharia de *software* como nas competências em Interface Humano-Computador (com todas as áreas associadas), porque só assim conseguimos a simbiose entre as funcionalidades que justificam o seu uso e a plena satisfação do cliente.

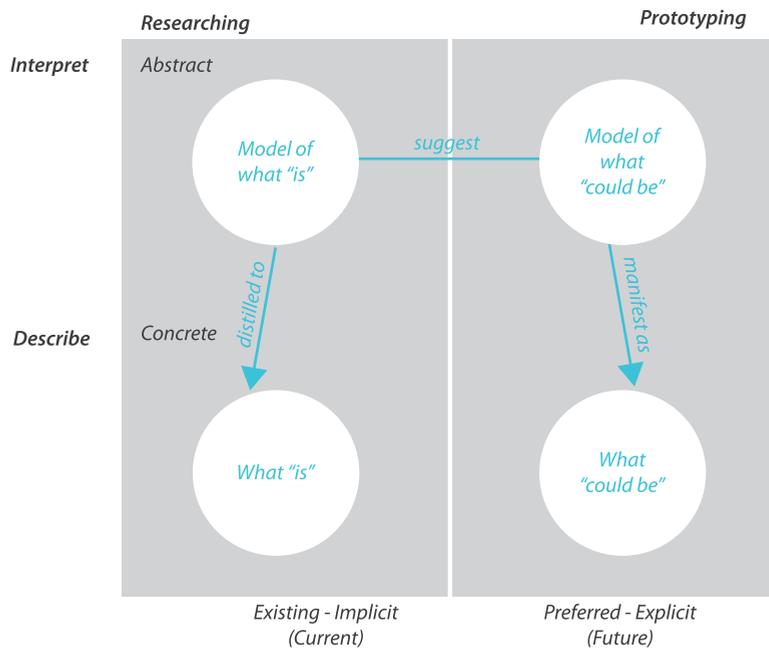


Figura 2 - Representação do Analysis-Synthesis Bridge Model

Associado à interface está um conjunto de blocos funcionais que se ligarão aos vários sistemas e farão a adaptação entre a interface e o sistema correspondente. Existirá um módulo para ligação à box MEO para controlo da TV, outro para ligação à central de Domótica para controlo dos sistemas de iluminação, climatização ou segurança. Existirá acesso à internet e a todos os serviços PT na *Cloud*, bem como acesso 3G que permitirá fazer chamadas em videoconferência. Estes são alguns exemplos das interligações possíveis embora uma das premissas mais pertinentes deverá ser a fácil capacidade de integração com outros serviços que poderão surgir num futuro próximo.

É importante sublinhar que esta solução não é um exercício de futurologia. O controlo de todos estes sistemas domésticos já é feito por equipamentos avulsos e a concentração num único dispositivo é um exercício para uma cadeira de segundo ano de um curso de engenharia de software. O uso da voz e gestos para controlo da TV já é feito há algum tempo na PT. Videoconferência é conhecida há alguns anos. Nada disto é verdadeiramente novo. De facto o grande desafio prende-se com a criação de uma interface que tenha o cliente, a pessoa, como preocupação central e seja desenvolvido para transmitir o máximo de satisfação e conforto. Embora mantendo todas as funcionalidades, deve oferecer-las com tal comodidade que o cliente vai ser incapaz de não as usar.

4. Desenvolvimento centrado no utilizador

Para guiar o desenvolvimento de uma solução que enderece a oportunidade referida no capítulo anterior, desde as várias tecnologias identificadas até às questões associadas ao acesso às mesmas, é pertinente seguir um processo que se guie e centre nas necessidades e características dos utilizadores finais. Este processo (Design Centrado no Utilizador) aplicado ao desenvolvimento de um produto define-se essencialmente por ser um processo baseado no utilizador, na informação que se recolhe sobre o mesmo e nas suas necessidades [2], opondo-se categoricamente a processos mais tecnocêntricos. Implica que se observe e trabalhe com o utilizador, com o intuito de conhecer as suas expectativas, as tarefas que executa, as suas limitações e também as suas frustrações com as soluções actuais.

Ainda que o design centrado no utilizador seja realizado, actualmente, segundo diferentes metodologias/modelos propostos por diferentes autores e adaptados consoante as necessidades do projecto em questão, existem alguns princípios que são transversais e seguidos na maioria. A essência do processo está em começar por um estudo das necessidades dos utilizadores e das soluções existentes no mercado, através do qual serão inferidas as necessidades a endereçar. A partir destas necessidades, criar-se-ão modelos do produto a desenvolver, *mock-ups* e protótipos de bai-

xa fidelidade, que serão desenvolvidos iterativamente e constantemente avaliados com o utilizador final.

Neste caso, e aproveitando algum trabalho já desenvolvido através de uma parceria existente entre a PT Inovação e o Mestrado em Interação Humano-Computador ministrado conjuntamente entre a Universidade da Madeira e a *Carnegie Mellon University*, o modelo escolhido é conhecido como "*Analysis-Synthesis Bridge Model*" [3]. Este modelo representa-se através de uma matriz que cruza dois eixos (do "mundo" concreto à abstracção da modelização do problema e da pesquisa até à prototipagem) e de um percurso entre as várias fases, classificadas pela matriz (Figura 2).

Seguindo a metodologia, o processo inicia-se no quadrante que cruza a informação concreta com a fase de pesquisa. Esta primeira fase baseia-se essencialmente na recolha de dados acerca do utilizador, mas também acerca das soluções relevantes existentes no mercado (a "concorrência"). A fase seguinte, ainda considerada como pesquisa, dedica-se a consolidar a informação "crua" e concreta (obtida anteriormente) em modelos e num enquadramento teórico para o problema a resolver. A partir dos resultados desta fase (que podem assumir várias formas: modelos culturais do utilizador, modelos do fluxo de interacção ou, mais concretamente, *personas*), faz-se a ponte para a etapa de prototipagem.

A etapa de prototipagem é um processo extremamente iterativo. Segundo esta metodologia, criar-se-ão modelos daquilo que poderá ser uma solução do problema (o terceiro quadrante) que por sua vez serão concretizados em *mock-ups* e protótipos (quarto quadrante). As conclusões obtidas neste último quadrante, através da observação do utilizador e do diálogo com o mesmo, tipicamente farão com que o processo volte várias vezes à fase anterior, onde se incorporarão as conclusões obtidas em novos modelos/hipóteses de solução do problema.

5. Serviços

Em termos de serviços pretendem-se explorar várias vertentes sempre numa óptica de incorporação e facilitação de tecnologias já existentes, estando as áreas representadas na Figura 3, reflectindo a variedade de serviços e ferramentas que nos rodeiam.

Inicialmente os equipamentos electrónicos residenciais funcionavam de forma disjunta, completamente desligada entre si. Esta situação teve algumas evoluções

Referências

- [1] Google, Android Developers: <http://developer.android.com/index.html>
- [2] D. Norman. Human-Centered Product Development. *The Invisible Computer: Why Good Products Can Fail, the Personal Computer Is So Complex, and Information Appliances Are the Solution* (pp. 185-186). Massachusetts: The MIT Press.
- [3] Dubberly Design Office, 1 de Março de 2008. The Analysis-Synthesis Bridge Model. <http://www.dubberly.com/articles/interactions-the-analysis-synthesis-bridge-model.html>

Paulo Reis, é licenciado em Novas Tecnologias da Comunicação pela Universidade de Aveiro. Iniciou o seu percurso profissional na PT Inovação com um estágio curricular subordinado ao tema "Aplicações para Televisão Interactiva", seguido de estágio profissional com a temática "IPTV: Interfaces e Interação". Actualmente é colaborador da PT Inovação, no departamento IAD – Investigação Aplicada e Difusão do Conhecimento, onde investiga novos cenários na área das aplicações colaborativas, novos paradigmas de interação e televisão interactiva, sendo de destacar o seu forte envolvimento no desenvolvimento de aplicações e na customização de User Interface da plataforma comercial MEO.

José Albergaria, é licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Entrou para a PT Inovação como bolseiro onde participou em vários Projectos Europeus na área de Serviços, Contexto, IMS (*IP Multimedia Subsystem*), MBMS (*Multimedia Broadcast Multicast Service*) e Redes Móveis. Actualmente é colaborador da PT Inovação, no departamento IAD – Investigação Aplicada e Difusão do Conhecimento, onde se dedica ao estudo e desenvolvimento de aplicações para a plataforma Android.

Herlander Jorge, licenciado em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Iniciou o seu percurso profissional no Instituto de Telecomunicações, Pólo de Aveiro, como investigador na área de plataformas de serviços. Entre 2005 e 2007 esteve fortemente envolvido em tecnologias de JavaEE, com especial enfoque nas áreas de *Application Servers*, *Web Services* e linguagens de gestão de processos de negócio (BPEL e jBPM), contribuindo activamente para diversos projectos Eurescom nas áreas de SOA (*Service Oriented Architectures*) e SDP (*Service Delivery Platforms*). Actualmente integra a divisão Smart@Home, uma iniciativa que pretende impulsionar o desenvolvimento e integração de produtos e serviços convergentes para as redes domésticas com especial interesse a área de IPTV.

Fausto de Carvalho, é licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. O seu percurso no CET e PT Inovação está especialmente ligado à área da Interactividade e dos Serviços e Tecnologia Multimédia, incluindo a participação em múltiplos projectos de I&D nacionais e internacionais. Depois de um profundo envolvimento na introdução do serviço IPTV Meo, é actualmente responsável pela divisão de Aplicações Colaborativas e Serviços Web 2.0, área de Investigação Aplicada e Difusão de Conhecimento, explorando e demonstrando novas tecnologias, conteúdos e aplicações emergentes, nos mais diversos contextos de convergência, conectividade e mobilidade da Internet do futuro.

04

ALICANTE - Arquitectura de rede inovadora, ciente dos conteúdos multimédia transmitidos, com vista à Internet do futuro

palavras-chave:
content-aware; context-aware; adaptação;
conteúdos; rede IP; P2P; Internet



Roger Salgado



Bernardo Cardoso



Vitor Simões Ribeiro



Vitor Pinto



José Nogueira



Herlander Santos

É hoje previsível que a criação, transporte e a distribuição eficiente de novos serviços multimédia terão um papel preponderante na Internet do futuro. Por outro lado as arquitecturas emergentes com vista à Internet do futuro deverão ser capazes de suportar na íntegra e facilitar todo o tipo de aplicações, quer actuais, quer futuras, orientadas ao conteúdo. A arquitectura descrita neste artigo possibilita a implantação de um Ecosistema Multimédia integrado, onde todos os utilizadores poderão, de forma eficiente, não apenas aceder mas também compor e partilhar serviços multimédia de valor acrescentado e ao mesmo tempo maximizar a qualidade de serviço experienciado pelos utilizadores. Isto é conseguido graças a uma rede de *Home Gateways* inteligentes (*Home Boxes*), centradas no conteúdo, dispostas em *mesh* e que recorrem a uma rede de *overlay* ciente dos conteúdos transmitidos (*Content Awa-*

re), que está por sua vez assente sobre as infra-estruturas de transporte actuais. Este conceito foi concebido e está a ser implementado num demonstrador piloto internacional, no âmbito do projecto ALICANTE pertencente ao 7º Programa-Quadro ICT, co-financiado pela Comissão Europeia.

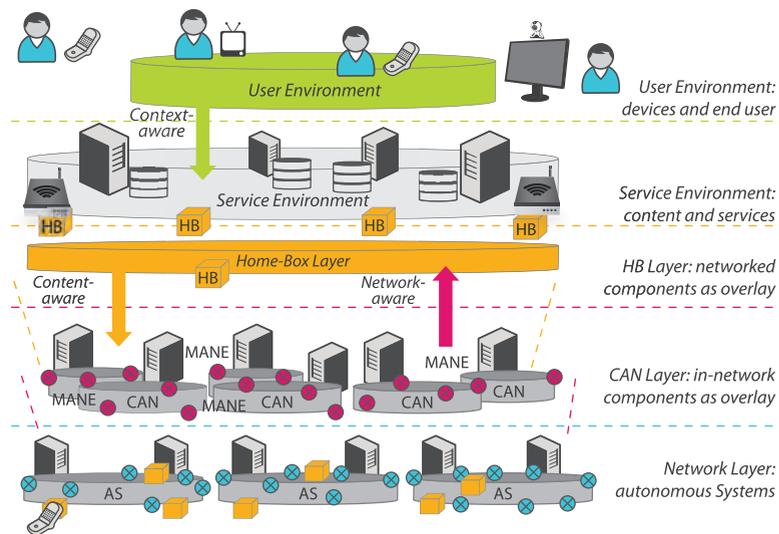


Figura 1 - Visão de alto nível do conceito ALICANTE

1. Introdução

Fruto de um rápido avanço e do crescimento exponencial que sofreu nos últimos anos, a Internet desempenha actualmente um papel fundamental na nossa vida quotidiana, não apenas na vertente de intercâmbio de informação, na colaboração entre negócios e educação, mas também na componente do entretenimento. Os serviços audiovisuais, cuja provisão estava inicialmente restringida às plataformas de difusão e mais tarde ao consumo local através de PCs, passaram a dominar de uma forma generalizada o tráfego na Internet. Cada vez mais consumidores recorrem hoje à Internet para acederem a conteúdos multimédia, conteúdos esses que têm vindo a tornar-se mais elaborados e ricos à medida que a largura de banda e as tecnologias de informação evoluem.

No entanto, a arquitectura e tecnologias empregues na Internet, tal como ela é hoje, apresentam um conjunto de fragilidades que se tornam evidentes no que toca ao fornecimento de serviços multimédia. A Internet, tendo sido desenhada inicialmente como meio de transporte de dados indiferenciados sem requisitos de tempo real, não oferece os mecanismos adequados para a diferenciação, manipulação eficaz e monitorização do tráfego multimédia que nela circula. É portanto natural que esta situação restrinja o tipo e número de oportunidades de negócio, em especial na vertente de fornecimento de conteúdos. São exemplo disso, os serviços IPTV e VoD que, tipicamente, se encontram restringidos a redes geridas pelo operador, com gestão de recurso centralizada e que normalmente não são fornecidos via

Internet. É assim evidente que, do ponto de vista da sua viabilidade e em coerência com as tendências actuais, a Internet do futuro deve incluir tecnologias e arquitecturas que permitam uma distribuição eficiente dos conteúdos multimédia emergentes. Prevê-se ainda que os serviços multimédia da Internet do futuro envolverão um número crescente de *players*, entre os quais fornecedores de serviços e conteúdos avançados, utilizadores finais que poderão ter um papel tanto de consumidores como criadores de serviços/conteúdos e que utilizarão uma miríade de terminais, operadores de redes de telecomunicações, entre outros.

Neste sentido, este artigo introduz uma arquitectura inovadora que possibilita a criação de um Ecosistema Multimédia [2] com vista à Internet do futuro. O conceito de Ecosistema Multimédia tem aqui um significado mais lato, tendo por base o incentivo à interacção efectiva entre todos os participantes para se atingir o bem-estar em todo o sistema. Este Ecosistema Multimédia visa constituir um ambiente integrado que facilite, aos utilizadores finais e fornecedores de serviço, a partilha e distribuição eficaz tanto de serviços multimédia inovadores como *legacy*.

A arquitectura proposta, sobre a qual será operacionalizado o Ecosistema Multimédia, baseia-se em dois pilares fundamentais: um Ambiente de Serviço completamente novo, envolvendo uma rede de *Home Boxes* interligadas em *mesh* e um Ambiente de Rede totalmente reformulado que é caracterizado por possuir a capacidade intrínseca de poder identificar e

reagir aos conteúdos multimédia transmitidos e cuja gestão permite a criação de redes virtuais em *overlay* adequadas ao transporte desses mesmos conteúdos.

Para além disso, o acesso ubíquo ao serviço, por parte dos utilizadores finais, nos vários cenários de utilização e independentemente do tipo de tecnologia de acesso e do terminal utilizado, é conseguido graças a um Ambiente de Utilizador extremamente flexível [4] que fornece ao consumidor um interface gráfico unificado e global e que monitoriza a qualidade de serviço experienciado (QoE) em tempo-real [5].

Os ambientes atrás mencionados, não sendo totalmente independentes entre si à luz do conceito apresentado, pressupõem a troca de conteúdos e de sinalização entre a camada de rede e as camadas superiores. Surgem assim os serviços inovadores e de valor acrescentado de rede *Content aware* (CAN).

Esta arquitectura integrada, tal como apresentada neste artigo, está a ser actualmente desenvolvida no âmbito do projecto ALICANTE, pertencente ao 7º Programa-Quadro ICT e é co-financiada pela UE, onde participam dezassete parceiros.

2. Descrição do sistema ou solução Conceito

O conceito geral do Ecosistema Multimédia acima referido encontra-se ilustrado na Figura 1. É composto por três Ambientes colaborativos: O Ambiente de Rede que modela as infra-estruturas dos operadores de rede; O Ambiente de Serviço que representa os fornecedores de conteúdos e ser-

viços; e o Ambiente de Utilizador que inclui os consumidores finais e os seus terminais.

Em termos de inovação, o Ecossistema Multimédia proposto destaca-se por: 1) introduzir o conceito de *Content Awareness* no Ambiente de Serviço; 2) incluir e reagir à informação de contexto de utilização (*Context Awareness*) tanto ao nível do Ambiente de Rede como de Serviço; 3) poder efectuar em tempo real adaptações de conteúdos de modo a fornecer a melhor qualidade de serviço aos consumidores finais. Esta adaptação é realizada a dois níveis: ao nível do Ambiente de Serviço, nomeadamente através do elemento *Home Box* (HB) e ao nível do Ambiente de Rede através do elemento MANE (*Multimedia Aware Network Element*).

A HB pode ser vista nesta arquitectura como uma Home Gateway avançada pertencente ao Ambiente de Serviço, que faz a ponte entre os três ambientes definidos (de Rede,

de Utilizador e de Serviço) e que actua como mediador dos terminais dos utilizadores finais e lhes apresenta o serviço. Sendo um elemento central na arquitectura descrita, localizada na periferia do Ecossistema Multimédia e em particular junto dos consumidores finais, detém um conhecimento profundo das necessidades, preferências, contexto e características dos utilizadores e dos seus terminais. Por outro lado, em virtude da HB ser uma entidade com arquitectura distribuída, torna-se naturalmente no elemento onde as adaptações às características dos terminais e preferências do utilizador podem ser facilmente realizadas.

De notar que na arquitectura definida (ver Figura 2) os fluxos multimédia circulam na rede core recorrendo a um formato uniforme SVC (*Scalable Video Coding*) [7]. Esta característica facilita e acelera a adaptação dos serviços, que ao nível do Ambiente de Rede se limita ao descarte ou inclusão selectiva das camadas SVC de acordo com a capacidade da rede, tipo de contracto que

o consumidor final estabeleceu com o seu Fornecedor de Serviço, segurança do serviço, entre outros factores. A adaptação de conteúdos no Ambiente de Rede é levada a cabo por um router avançado MANE, desenvolvido no contexto do projecto, e que possui funcionalidades únicas de *Content Awareness*.

O processo de transcodificação do formato original/destino dos serviços/conteúdos para SVC ocorre nos elementos de *ingress* e *egress* da camada virtual de HB. Portanto, sempre que os conteúdos entrem no Ecossistema Multimédia estes são convertidos para o formato comum e transcodificados à saída deste, de acordo com o perfil do utilizador e das características do terminal. Tal como está especificado, este processo pode ser realizado tanto por uma *Service Box* como por uma HB, dependendo do cenário de utilização. Caso seja o Fornecedor de Serviço a fornecer o conteúdo/serviço, o elemento encarregue deste processo será sempre uma *Service*

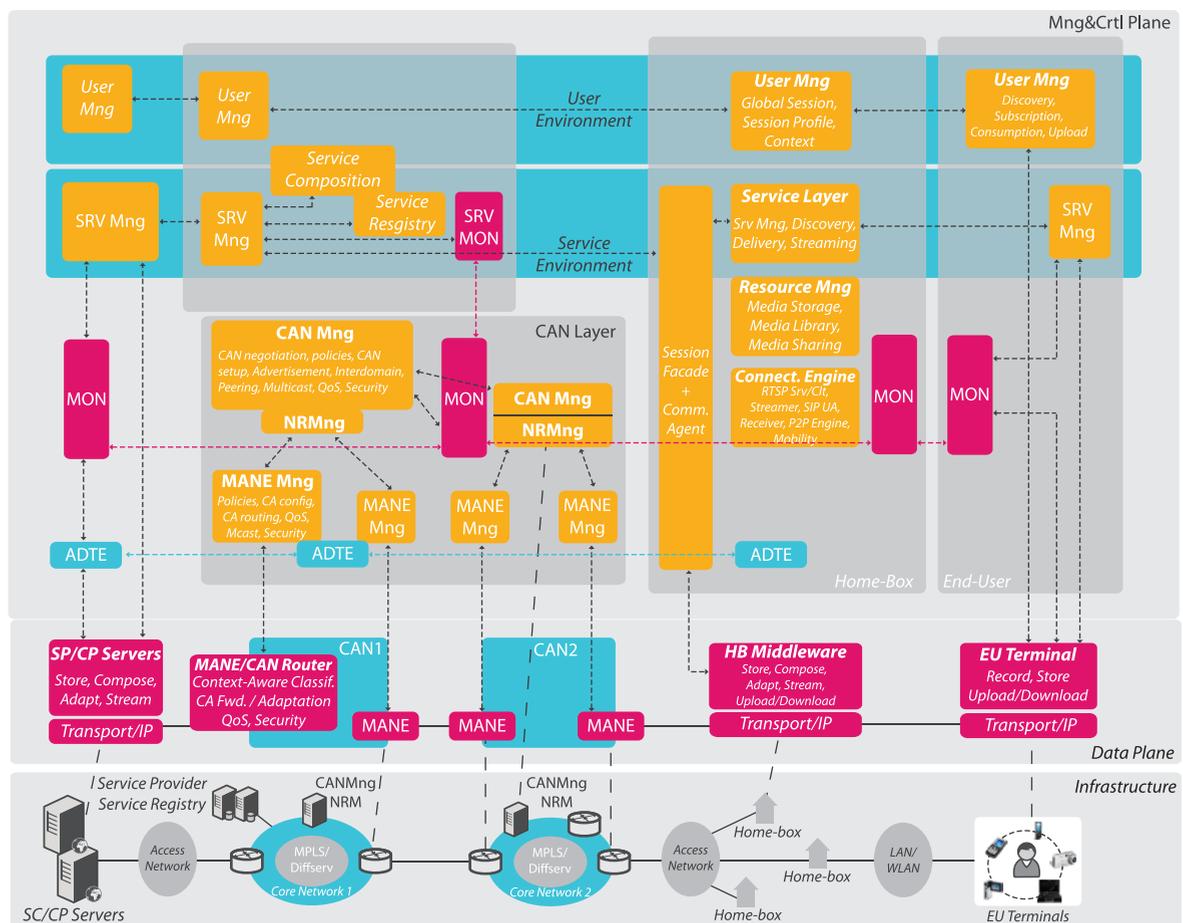


Figura 2 - Arquitectura funcional ALICANTE

Box, que pode ser aqui vista como uma HB especial, com elevada capacidade de processamento e escalabilidade, sem a componente de gestão de utilizadores. Caso seja o utilizador no papel de fornecedor de conteúdos, o elemento responsável pelo processo será a sua HB. Esta última, quando o utilizador desempenha o papel de consumidor, é ainda responsável por transportar o formato comum para o formato suportado pelo terminal.

Arquitetura do sistema

No topo de uma infra-estrutura de rede tradicional a arquitectura descrita na Figura 2 introduz duas camadas de rede distintas em *overlay*: uma camada de rede *Content aware* (CAN), pertencente ao Ambiente de Rede; e uma camada de HB interligadas entre si e formando uma rede de HB virtual, pertencente ao Ambiente de Serviço.

A camada CAN é conseguida graças à introdução de elementos MANE nas infra-estruturas de rede actuais e permite oferecer um processamento inteligente de pacotes, de acordo com o conteúdo transportado. Esse processamento (*queuing, routing, adaptação, segurança acrescida, etc.*) pode ser distinto consoante o tipo de conteúdo, de forma a cumprir com parâmetros de qualidade tais como *drop rate*, atraso e *jitter*. A camada virtual de HB é composta por uma rede interligada de HB em *mesh* que facilitam o processo de selecção dos servidores de serviço/contéudo, a monitoria e a entrega do serviço ao utilizador final.

Para além destas camadas virtuais em *overlay* [3], durante o transporte dos conteúdos através do sistema, definiram-se também mecanismos específicos para a sua adaptação em várias fases. Esta adaptação facilita a difusão e o consumo dos serviços e conteúdos por um conjunto alargado de terminais com características muito díspares. A interligação entre a camada virtual de HB com a camada CAN abre azo a funcionalidades inovadoras, como se descreve à frente.

Todo o processo de adaptação tem por base informação de monitoria, colectada a vários níveis, que cruza todas as camadas da arquitectura e que alimenta o Ambiente de Serviço para que este possa activamente reagir e instruir os diferentes elementos das camadas CAN e HB, de modo a que se reponha o nível espectável de qualidade de serviço experienciado.

O Ambiente de Rede implementa e oferece às camadas superiores uma rede multi-média virtual all IP, caracterizada por: 1) ser construída em cima das infra-estruturas de

rede existentes através da inclusão de MANE; 2) possuir funcionalidades de controlo e gestão distribuídas, podendo cruzar vários domínios/sistemas autónomos; 3) trocar informação com as camadas superiores tornando-as cientes da rede e aumentando a sua eficiência e adaptabilidade.

Os serviços e conteúdos de valor acrescentado são entregues aos utilizadores finais através do Ambiente de Serviço, que se encontra subdividido em duas partes: a componente de fornecedores de serviços e conteúdos; e a camada virtual de HB. O Ambiente de Serviço inclui, entre outros, o conjunto tradicional de servidores de conteúdos e serviços e o servidor de registo, que contém informação detalhada acerca de todos os serviços disponibilizados no Fornecedor de Serviço. O Ambiente de Serviço ALICANTE é caracterizado por: 1) incluir uma camada virtual de HB que implementa e disponibiliza funcionalidades de gestão e adaptação dos serviços, mobilidade, segurança e distribuição de conteúdos e serviços recorrendo aos modos C/S, *Multicast*, P2P [1] ou híbrido; 2) receber informação de contexto do Ambiente de Utilizador e informação de rede da camada CAN do Ambiente de Rede de modo a harmonizar a provisão e distribuição do serviço de acordo com o perfil e preferências dos utilizados e as características dos terminais.

É o Ambiente de Utilizador que possibilita que os utilizadores finais possam consumir e/ou gerar conteúdos e serviços e, ao mesmo tempo, tirar partido dos vários serviços distribuídos pelas componentes do Ambiente de Serviço, sendo caracterizado por: 1) elevar o papel do utilizador final a uma nova dimensão, permitindo que este possa desempenhar as funções de consumidor, fornecedor e gestor de conteúdos e serviços; 2) conceber um perfil de utilizador que representa os parâmetros estáticos e dinâmicos do seu contexto de forma a tirar o melhor partido possível dos serviços entregues pelo Ambiente de Serviço, nomeadamente através da sua personalização e adaptação (*Context Awareness*); 3) possuir, no terminal, um interface utilizador/serviço próprio e incluir ferramentas de monitoria da qualidade de serviço experienciado, as quais permitem que qualquer utilizador possa aceder, difundir e gerir qualquer conteúdo e serviço directamente do seu terminal, independentemente do local onde esteja.

3. Resultados esperados

Ao longo dos três anos em que o projecto irá decorrer é expectável que sejam atingidos, na sua plenitude, os resultados descri-

tos de seguida. No entanto, apesar de apenas decorridos 6 meses desde o *kick off*, o Consórcio já finalizou a componente de especificação da arquitectura e dos componentes macro que a compõem, estando a iniciar a fase de desenho e desenvolvimento da solução. Como resultados esperados para o projecto, de acordo com os vários pontos de vista, temos:

Do utilizador final

1) Criação de um Ambiente de Utilizador que faculte aos utilizadores o consumo de conteúdos e serviços de uma forma totalmente transparente, independentemente da sua localização; 2) Implementação de mecanismos que permitam manter os níveis de qualidade de serviço experienciado, mesmo em condições de rede adversas, sempre que tal seja tecnicamente possível, recorrendo para tal à adaptação dos conteúdos; 3) Permitir o consumo de conteúdos e serviços adaptados às características do terminal que o utilizador esteja a utilizar e de acordo com o contexto de utilização (local, remoto, etc.); 4) Criação de uma arquitectura que possibilite que o utilizador final possa desempenhar os papéis de consumidor, criador de serviços, fornecedor de conteúdos e gestor de serviços e conteúdos.

Do operador de rede

1) Optimizar os recursos de rede, quer no *core*, quer nos segmentos de agregação e de acesso, através da implementação de mecanismos de distribuição de conteúdos que empreguem tecnologias *multicast*, P2P ou mistas; 2) Complementar a optimização dos recursos de rede através do descarte e inclusão selectiva das *Enhanced Layers SVC* que necessitam de cruzar as redes do operador, de acordo com o contexto e conteúdo consumido; 3) Gestão distribuída dos recursos de rede e criação das redes CAN virtuais a pedido do Fornecedor de Serviço; 4) Efectuar diferenciação de serviço de acordo com o tipo de conteúdo e contracto com o Fornecedor de Serviço; 5) Redução dos custos das infra-estruturas através da multiplexagem de tráfego pertencente a vários Fornecedores de Serviço, aos quais é oferecida uma rede CAN virtual.

Do fornecedor de serviço

1) Enriquecer a oferta dos seus serviços [6] com a inclusão do contexto de utilização, de forma a poder entregar ao utilizador final um serviço/contéudo ajustado ao seu perfil; 2) Permitir que o Fornecedor de Serviço possa, em tempo real, monitorizar o estado dos serviços prestados e, activamente, tomar medidas para repor a qualidade de serviço experienciado caso esta

se degrade; 3) Poder oferecer, tanto aos utilizadores profissionais como os finais, um conjunto de ferramentas que lhes permita compor, gerir e manter novos serviços a partir dos já existentes; 4) Redução de custos das infra-estruturas, por permitir que Fornecedores de Serviço possam contratuallar a criação de redes de difusão CAN virtuais com operadores de rede CAN, com a capacidade mínima suficiente para fornecer os seus serviços (as componentes de monitoria permitem que tal aconteça).

Do negócio

1) Análise de viabilidade e funcionamento de todo o sistema através da criação de um demonstrador piloto de larga escala e da condução de ensaios sobre o mesmo; 2) Exploração da vertente de produção de conteúdos e serviços por parte do utilizador final, colocando-o no papel de um pequeno Fornecedor de Serviço, com capacidade de gestão dos serviços e conteúdos por ele gerados; 3) Criação de um Ecossistema Multimédia colaborativo, onde são geradas novas oportunidades de negócio através da introdução de novos *players*, nomeadamente utilizadores finais, fornecedores de serviço, fornecedores de conteúdos, fornecedores de rede CAN, operadores de rede tradicionais; 4) Criação de serviços avançados e/ou inovadores que possam ser consumidos por um elevado número de terminais com características distintas e que tirem partido dos mecanismos de adaptação automática para atingirem a maior qualidade possível; 5) Manter a retrocompatibilidade com os serviços/ conteúdos *legacy* e, sempre que possível, melhorar o seu índice de qualidade de serviço experienciado, gerando desta forma valor acrescentado para o negócio dos operadores de rede.

4. Importância para os negócios do Grupo PT

Dado o enquadramento do Grupo PT relativamente ao negócio da televisão por subscrição em Portugal, nomeadamente com a comercialização do serviço MEO, bem como a posição do Grupo quanto ao mercado de serviços e conteúdos multimédia (por exemplo, o portal SAPO) e da aposta nas redes de nova geração (GPON), é de esperar que este projecto tenha uma importância redobrada, uma vez que visa especificar a arquitectura de rede a seguir nestas áreas. Tendo em conta que o projecto cobre, praticamente, toda a cadeia de valor desde a produção, distribuição, gestão e consumo de conteúdos e serviços, caso esta arquitectura seja adoptada como a referência para a Internet do futuro, esta terá fortes impactos nos negócios

acima indicados, em particular no dimensionamento e criação da rede CAN. Por outro lado, abre azo a novas oportunidades de negócio e de exploração de nichos de mercado até aqui ignorados ou não existentes, tais como a comercialização de soluções onde o próprio utilizador intervém para compor os seus serviços e actua ele próprio como um fornecedor de serviços. Finalmente, tratando-se de um projecto com visibilidade internacional, a projecção da imagem do Grupo PT e, consequentemente dos seus negócios, no exterior é também ela considerável.

5. Conclusões

Este artigo descreveu uma arquitectura inovadora para a criação de um Ecossistema Multimédia com vista à Internet do futuro. A arquitectura descrita possibilita a criação de uma rede de difusão e consumo de conteúdos/serviços ciente dos conteúdos que nela circulem e que reage em concordância, podendo mesmo ser aplicada a qualquer infra-estrutura actual de operadores de rede de telecomunicações, potenciando desta forma a melhoria dos serviços prestados e mantendo, ao mesmo tempo, retrocompatibilidade com os já existentes (isto é, serviços não ALICANTE, *legacy*).

No âmbito do projecto será levado a cabo um demonstrador piloto internacional, onde a PT Inovação participa activamente, e que servirá de palco para aferir a viabilidade e validar a arquitectura proposta. Esse demonstrador piloto incluirá quatro ilhas autónomas mas cooperantes entre si, localizadas nas cidades de Aveiro (Portugal), Bucareste (Roménia), Bordéus (França) e Beijing (China), onde serão conduzidos ensaios de vários cenários de utilização, tanto locais ao domínio da ilha como entre domínios. O objectivo primordial é demonstrar as características e valor acrescentado da arquitectura proposta, que se estendem para além da sua superioridade do ponto de vista técnico, introduzindo aspectos de negócio através da inclusão de novos *players* (utilizadores finais, fornecedores de serviço, fornecedores de conteúdo, fornecedores de rede CAN) numa única plataforma e assim gerar novas oportunidades de negócio face às infra-estruturas actuais.

Referências

- [1] ICT-FP7, Projecto P2P Next, Next Generation Peer-to-Peer Content Delivery Platform, URL: <http://www.p2p-next.org/>
- [2] ICT-FP7, Projecto ALICANTE, Media Ecosystem Deployment through Ubiquitous Content-Aware Network Environments Technical Annex.
- [3] Fabio L. Verdi, Mauricio F. Magalhaes "Using Virtualization to Provide Interdomain QoS enabled Routing", Journal of Networks, Abril de 2007, pag. 23-32.
- [4] Cyril Concolato, Giovanni Cordara, Kyungmo Park, "Overview of the ISO/IEC 23007 MPEG U (Rich Media User Interface)", Draft, Outubro de 2009.
- [5] K. Kilki, "Quality of Experience in Communications Ecosystem", in Socio-Economic Issues in Future Generation Internet, JUCS Special Issue, Abril de 2008
- [6] ETSI TS 182 027 V8.8.0 [-V3.4.1] "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN), IPTV Architecture, IPTV functions supported by the IMS subsystem", Fevereiro de 2008 [- 2010]
- [7] H. Hellwagner et al., "Efficient In-Network Adaptation of Encrypted H.264/SVC Content", Image Communication, vol. 24, 2009, pag. 740-758.

Vitor Pinto, terminou a licenciatura em engenharia electrónica e de telecomunicações, pela universidade de Aveiro, em 2003. Em 2007 completou o mestrado em engenharia electrónica e de telecomunicações pela mesma universidade. Ingressou na PT Inovação em 2003 e desde então tem trabalhado em diversos projectos na área das redes residenciais e plataformas de serviços residenciais, com especial ênfase em *Home Gateways* em ambientes *Multi Play*. Actualmente, encontra-se integrado na iniciativa Smart@Home onde participa nos projectos internacionais IST-FP7 ALICANTE e IST-FP7 BRAVEHEALTH e no projecto interno NetSm@rtPT.

Roger Salgado, licenciado em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Iniciou o seu percurso profissional no Instituto de Telecomunicações, Pólo de Aveiro, como investigador de redes de telecomunicações na componente de qualidade de serviço em redes IP. Fez parte das equipas de Experimentação e Seleção de Tecnologias – Tecnologias Multimédia (EST4), da equipa de Experimentação Tecnológica e Difusão de Conhecimento – Tecnologias Multimédia (ETC4) e do grupo de Investigação Aplicada e Difusão do Conhecimento – Televisão digital e serviços IPTV (IAD3), da PT Inovação. Actualmente integra o grupo de investigação e desenvolvimento da iniciativa S@H, onde colabora no desenvolvimento de soluções inovadoras, para o mercado doméstico, em torno do negócio da TV por subscrição e participa no projecto FP7 ICT ALICANTE.

Vitor Ribeiro, tendo obtido o mestrado em Engenharia de Telecomunicações em 2001 pela Universidade de Aveiro (UA), exerceu actividade profissional em diversas áreas das Telecomunicações desde 1985, ano em que obteve a Licenciatura em Engenharia de Electrónica e de Telecomunicações pela UA. Após uma pós-graduação em fibra óptica na UA desde Setembro de 1985 suportada por uma bolsa académica, ingressou nos TLP no Porto em Dezembro de 1986 onde integrou a equipa de projecto de rede de transmissão, tendo colaborado na execução e verificação dos primeiros projectos de instalação de fibra óptica para interligação em malha das centrais de comutação telefónica. Em Dezembro de 1988 começou a trabalhar na empresa que é actualmente a PT Inovação, na altura CET e direcção dos CTT. Foi integrado na equipa de desenvolvimento de comutação digital, tendo colaborado no desenvolvimento e integração de algumas placas de HW, e respectivo FW/SW, da Estação Local Digital (ELD), nomeadamente nas placas de interface analógica (PSTN) e digital de assinante (RDIS) e na placa de interface entre comutadores (PCM30). Por volta de 1998 começou a colaborar com projectos europeus e nacionais na área das novas redes de acesso (ex. FAN/Eurescom, FUTON/FP7) e nas áreas das novas redes e novos serviços de clientes residenciais (ex. HAS-Video/FP5, IST@Home/FP5, OSIAN/Eurescom, MUSE1/FP6, MUSE2/FP6, Bravehealth/FP7, Alicante/FP7) onde tem sido responsável (RA) da maioria dos mesmos por parte da PTIn. Actualmente também

é responsável pelo laboratório de testes funcionais de equipamentos de rede de cliente, onde lidera a equipa que testa todos os equipamentos a instalar no cliente para o serviço meo (ADSL2+ e GPON). Participou em Bruxelas como perito técnico na selecção de propostas a financiamento de programas europeus a convite da Comissão Europeia (IST) e como co-tutor de projectos finais de licenciatura e mestrado pós-Bolonha da Universidade de Aveiro e da Universidade do Porto. Autor de vários artigos publicados e apresentados em conferências e *workshops*, tem efectuado contribuições para organismos de normalização (ex. ETSI) e outras organizações internacionais (ex. BroadbandForum, HGI), fazendo parte da direcção (BoD) da organização *Home Gateway Initiative* (HGI) desde 2008.tiva que pretende impulsionar o desenvolvimento e integração de produtos e serviços convergentes para as redes domésticas com especial interesse a área de IPTV.

José Nogueira, obteve a Licenciatura em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2007. Ingressou na Portugal Telecom em 2006 fazendo parte da equipa de testes de dispositivos de rede doméstica para o serviço MEO da PT comunicações. Actualmente participa em outros projectos como *BraveHealth* e HGI.

Herlander Jorge, licenciado em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Iniciou o seu percurso profissional no Instituto de Telecomunicações, Pólo de Aveiro, como investigador na área de plataformas de serviços. Entre 2005 e 2007 esteve fortemente envolvido em tecnologias de JavaEE, com especial enfoque nas áreas de *Application Servers*, *Web Services* e linguagens de gestão de processos de negócio (BPEL e jBPM), contribuindo activamente para diversos projectos Eurescom nas áreas de SOA (*Service Oriented Architectures*) e SDP (*Service Delivery Platforms*). Actualmente integra a divisão Smart@Home, uma iniciativa que pretende impulsionar o desenvolvimento e integração de produtos e serviços convergentes para as redes domésticas com especial interesse a área de IPTV.

Bernardo Cardoso, obteve o Mestrado em Gestão da Informação pela Universidade de Aveiro em 2002 e a licenciatura em Auditoria Contabilística pelo ISCA de Aveiro em 1999. Ingressou na PT Inovação em 2000 e foi integrado no grupo de Tecnologias Multimédia onde esteve envolvido em vários projectos relacionados com televisão digital, vídeo digital e interactividade, com particular enfoque em sistemas baseados em MPEG e DVB. Esteve fortemente envolvido no projecto de Televisão Digital Interactiva da TV Cabo, ao nível do desenvolvimento de aplicações, conteúdos, testes e análise de desempenho. Mais recentemente esteve ligado às tecnologias associadas ao IPTV e contribuiu ao nível da customização e do desenvolvimento de aplicações no serviço MEO. Actualmente lidera a Iniciativa Smart@Home, que pretende agregar, na PT Inovação, todos os projectos de integração e convergência dos diversos equipamentos de telecomunicações, entretenimento e doméstica, existentes nas casas.

siglas & acrónimos

#

3G HSPA	Third Generation High Speed Packet Access
3G	Terceira Geração
3GPP	3rd Generation Partnership Project
4G	Quarta Geração

A

A+P	Address mais Port
AAA	Authentication, Authorization and Accounting
AAC	Advanced Audio Coding
AAL	Ambient Assisted Living
ACQ	All call Query
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AIM	Android Interface Manager
AIS	Application Interface Specification
AJAX	Asynchronous Javascript And XML
AMF	Availability Management Framework
AMM	Android Mobility Manager
ANDSF	Access Network Discovery and Selection Function
AP	Access Point
API	Application Programming Interface
APON	ATM Passive Optical Network
ARPU	Average revenue per user
ASON	Architecture for Automatically Switched Optical Network
ATM	Asynchronous Transfer Mode
AV/DLNA	Extensões áudio/vídeo do DLNA
AVC	Advanced Video Coding

B

BaaS	Billing-as-a-Service
BDD	Behavior Driven Development
BPON	Broadband Passive Optical Network
BSS	Business Support Systems

C

C/S	Cliente/Servidor
CAN	Content aware Network
CAP	Capabilities Application Part
CC	Cloud Computing
C-CAST	Context Casting
CCG	Centro de Computação Gráfica (Universidade do Minho)
CCTV	Closed Circuit TeleVision
CDCP	Center for Disease Control and Prevention
CE	Comissão Executiva
CEBP	Communication Enables Business Process
CET	Carrier Ethernet transport
CGF	Carrier Grade Framework
CGN	Carrier Grade NAT
CKPT	Checkpoint Service
CLM	Cluster Management
CMC	Comercial, Marketing e Comunicação

CMMI	Capability Maturity Model Integration
CMTS	Cable Modem Termination System
CO	Central Office
ContextML	Context Markup Language
COTS	Commercial, off-the-shelf
CPE	Customer Premises Equipment
CPU	Central Processing Unit
CR-LDP	Constraint-Based Label Distribution Protocol
CRM	Customer Relationship Management
CRRM	Commun Radio Ressource Management
CSCF	Call Session Control Function
CSE	Content Selection Enabler
CSE	Creation Service environment
CSFB	Circuit Switched Fallback
CSG	Closed Subscribed Group
CSW	Critical Software
CVM	Cabo Verde Móvel
CxB	Context Broker
CxCs	Context Consumers
CxML	Context Markup Language
CxPs	Context Providers

D

DCN	Data Communication Network
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DINO	Plataforma de gestão de conteúdos PTIN
DL	Downlink
DLNA	Digital Living Network Alliance
DMT	Disaster Management Tool
DMTF	Distributed Management Task Force
DNS	Domain Name System
DNSSEC	DNS Security Extensions
DRx	Discontinuous Reception
DSL	Domain Specific language
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DS-Lite	Dual Stack - Lite
DT	Deutsche Telecom
DTx	Discontinuous Transmission
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing

E

EVT	Event Service
EB	Estação Base
EDFA	Erbium Doped Fiber Amplifier
EDNS	Extension mechanisms for DNS
EHR	Electronic Health Record
E-NNI	External Network-Network Interface
ENUM	Number Mapping
EPC	Evolved Packet Core
e-PDG	Enhanced Packet Data Gateway
EPON	Ethernet Passive Optical Network
EPS	Evolved Packet System
ETSI	European Telecommunication Standards Institute

F

FAI	<i>Financial Access Initiative</i>
FC	<i>Femto-célula</i>
FCAPS	<i>Fault, Configuration, Accounting, Performance And Security Management</i>
FP6	<i>6th Framework Programme</i>
FP7	<i>Seventh Framework Programme</i>
FPG	<i>Fotopletismografia (photopletismography)</i>
FPGA	<i>Field-Programmable Gate Array</i>
FQDN	<i>Fully Qualified Domain Name</i>
FR	<i>Frame Relay</i>
FSAN	<i>Full Service Access Network</i>
FTE	<i>Full Time Equivalent</i>
FTTB	<i>Fibre To The Building</i>
FTTC	<i>Fibre ToThe Curb</i>
FTTH	<i>Fiber To The Home</i>
FTTN	<i>Fibre To The Node</i>
FXS	<i>Foreign eXchange Station</i>

G

GAN	<i>Generic Access Network</i>
GAP	<i>Processo de Gestão de projectos</i>
GEM	<i>GPON Encapsulation Mode</i>
GEPON	<i>Gigabit Ethernet PON</i>
GERAN BSS	<i>Base station subsystem</i>
GMC	<i>Processo de Gestão de melhoria continua</i>
GME	<i>Group Manager Enabler</i>
GMF4iTV	<i>Generic Media Framework for iTV</i>
GMH	<i>Gestor de Mobilidade Heterogéneo</i>
GMPLS	<i>Generalized Multiprotocol Label Switching</i>
GMS	<i>Global Mobile System</i>
GPON	<i>Gigabit Passive Optical Network</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
GSMA	<i>Global System for Mobile Communications As sociation</i>
GSM-AMR NR	<i>Adaptive Multi Rate Narrow Band</i>
GWT	<i>Gateway de Transacções</i>

H

HA	<i>High Availability</i>
HB	<i>Home Box</i>
HDD	<i>Hard Disk Drive</i>
HDLC	<i>High-Level Data Link Control</i>
HE-AAC V1	<i>High Efficiency Advanced Audio Coding version 1</i>
HE-AAC V2	<i>High Efficiency Advanced Audio Coding version 2</i>
HGW	<i>Home Gateway</i>
HMI	<i>Human Machine Interface</i>
HPI	<i>Hardware Platform Interface</i>
HSPA	<i>High Speed Packet Access</i>
HSS	<i>Home Subscriber Server</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
HTTPS	<i>Hypertext Transfer Protocol Secure</i>
HW	<i>Hardware</i>

I

I – NNI	<i>Interconnect network network interface</i>
I&D	<i>Investigação e Desenvolvimento</i>
IaaS	<i>Infrastructure as a Service</i>
IAD4	<i>Divisão Formação e eLearning (actual IAD3)</i>
IANA	<i>Internet Assigned Number Authority</i>
IBM	<i>International Business Machines</i>
ICMP	<i>Internet Control Message Protocol</i>
ICS	<i>IMS Centralized Services</i>
ICT	<i>Information and communications technology</i>
ICT	<i>Tecnologias da informação e Comunicação</i>
ID	<i>Identifier</i>
IDI	<i>Investigação Desenvolvimento e Inovação</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i>
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>
IHC	<i>Interação Humano-Computador</i>
IMEI	<i>International Mobile Equipment Identity</i>
IMM	<i>Information Model Management</i>
IMS	<i>IP Multimedia Subsystem</i>
INAP	<i>Intelligent Network Application Part</i>
INP	<i>Infrastructure Provider</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IP-CDS	<i>Content Delivery Suite</i>
IPTV	<i>Internet Protocol Television</i>
IPv4	<i>Internet protocol version 4</i>
ISD Brasil	<i>(empresa) Integrated System Diagnostics Brasil</i>
ISDN	<i>Integrated Services Digital Network</i>
ISIS	<i>Intermediate System to Intermediate System</i>
ISMP	<i>Inter System Mobility Policy</i>
ISP	<i>Internet Service Providers</i>
IST	<i>Information Society Technologies</i>
ITU	<i>International Telecommunication Union</i>
ITU –T	<i>International Telecommunication Telecommunications</i>
IWF	<i>Interworking Function</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>

J

JAAS	<i>Java Authentication and Authorization Service</i>
JEE	<i>Java Enterprise Edition</i>

L

L2TP	<i>Layer 2 Tunneling Protocol</i>
LAN	<i>Local Area Aetwork</i>
LBS	<i>Location-Based Services</i>
LCK	<i>Lock Service</i>
LDAP	<i>Lightweight Directory Access Protocol</i>
LMP	<i>Link Management Protocol</i>
LMS	<i>Learning Managment Systems</i>
LO	<i>Learning Objects</i>
LOG	<i>Log Service</i>
LSN	<i>Large Scale NAT</i>
LSP	<i>Label Switching Path</i>
LSR	<i>Label Switching Router</i>
LTE	<i>Long Term Evolution</i>

M		OSPF	
MSG	<i>Message Service</i>		<i>Open Shortest Path First</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>	OSPF-TE	<i>Open Shortest Path First – Traffic Engineering</i>
M2M	<i>Machine-To-Machine</i>	OSS	<i>Operations Support Systems</i>
MAC	<i>Media Access Control</i>	OSX	<i>Unix-based Operating System</i>
MAD	<i>Media Aggregator and Distributor</i>	OTDR	<i>Optical Time Domain Reflectometer</i>
MANE	<i>Multimedia Aware Network Element</i>	OTN	<i>Optical Transport Network</i>
MAP	<i>Mobile Application Part</i>	OVPN	<i>Optical Virtual Private Network</i>
MCC	<i>Mobile Cloud Computing</i>	P	
MEF	<i>Metro Ethernet Forum</i>	P2P	<i>Peer-to-Peer</i>
MGPON	<i>Multiplay Gigabit Passive Optical Network</i>	PA	<i>Process Areas</i>
MIDI	<i>Musical Instrument Digital Interface</i>	PaaS	<i>Platform as a Service</i>
MIH	<i>Media Independent Handover</i>	PABX	<i>Private Analogic Branch Exchange</i>
MIHF	<i>Media Independent Handover Function</i>	PABX-IP	<i>Private Analogic Branch Exchange Internet Protocol</i>
MIPv6	<i>Mobile Internet Protocol version 6</i>	PAN	<i>Personal Area Network</i>
MMTel	<i>Multimedia Telephony Service</i>	PCE	<i>Path Computation Element</i>
MNE	<i>Mobility management center</i>	PCM	<i>Pulse-Code Modulation</i>
MNP	<i>Mobile Number Portability</i>	PCRF	<i>Policy Control and Charging Function</i>
MP3	<i>Moving Pictures Expert Group-2 Audio Layer 3</i>	PC	<i>Personal Computer</i>
MPEG 4	<i>Moving Picture Experts Group 4</i>	PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
MPF	<i>Mediaroom Presentation Framework</i>	PDH	<i>Plesiochronous Digital Hierarchy</i>
MPLS	<i>Multiprotocol Label Switching</i>	PDS	<i>Personal Data Store</i>
MPLS-TP	<i>Multiprotocol Label Switching Transport Profile</i>	PDS	<i>Processo de Desenvolvimento de Sistemas</i>
MSC	<i>Mobile Switching Centre</i>	PDS- NG	<i>Processo PDS New Generation</i>
MSN	<i>Microsoft Network</i>	PERSIST	<i>PERsonal Self-Improving Smart spaces</i>
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>	PHR	<i>Personal Health Record</i>
MULTIS	<i>Learning em ambientes 3D</i>	PICMG	<i>PCI Industrial Computer Manufacturers Group</i>
N		PLE	<i>Personal Learning Environment</i>
NAM	<i>Naming Service</i>	PLM	<i>Platform Management</i>
NAPTR	<i>Naming Authority Pointer</i>	PLMN	<i>Public Land Mobile Network</i>
NAT	<i>Network Address Translation</i>	Polo	<i>Portal de Learning Objects</i>
NAT444	<i>Network Address Translation 444</i>	PON	<i>Passive Optical Network</i>
NEM	<i>Networked and Electronic Media</i>	PPP	<i>Point-to-Point Protocol</i>
NGN	<i>Next Generation Networks</i>	PRP	<i>Pontos de Requisitos PTIN</i>
NME	<i>Network Management Enabler</i>	PRR	<i>Port Range Router</i>
NMS	<i>Network Management System</i>	PSC	<i>Packet Switch Capable</i>
NPDB	<i>Number Portability Database</i>	PSS	<i>Personal Smart Space</i>
NPF	<i>Network Processing Forum</i>	PSTN	<i>Public Switch Telephone Network</i>
NTF	<i>Notification Service</i>	PT	<i>Portugal Telecom</i>
NTT	<i>Nippon Telegraph and Telephone Corporation</i>	PTN	<i>Packet Transport Network</i>
NY	<i>New York</i>	PubSub	<i>Publish-Subscribe</i>
O		Q	
O&M	<i>Operation & Maintenance</i>	QoE	<i>Quality of Experience</i>
OAM	<i>Operation, Administration and Maintenance</i>	QoS	<i>Quality of Service</i>
OASIS	<i>Organization for the Advancement of Structured Information Standards</i>	QREN	<i>Quadro de Referência Estratégico Nacional</i>
OCDE	<i>Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico</i>	R	
ODN	<i>Optical distribution network</i>	RACS	<i>Resource Admission Control System</i>
OIF	<i>Optical Internetworking Forum</i>	RAM	<i>Random Access Memory</i>
OLT	<i>Optical Line Terminal</i>	RAT	<i>Radio Access Technology</i>
ONT	<i>Optical Network Terminal</i>	RCCF	<i>Rich Communications and Collaboration Framework</i>
OPEX	<i>Operating Expense</i>	RCCS	<i>Rich Communications and Collaboration Suite</i>
OSDL	<i>Open Source Development Labs</i>	RCS	<i>Rich Communication Suite</i>
		REST	<i>Representational State Transfer</i>
		RF	<i>Radio Frequency</i>

RIR	<i>Regional Internet Registries</i>	TMR	<i>Timer Service</i>
RNG	<i>Redes de Nova Geração</i>	TTL	<i>Time to Live</i>
RPG	<i>Redes de Próxima Geração</i>		
RSVP-TE	<i>Resource Reservation Protocol - Traffic Engineering</i>	U	
RTSP	<i>Real Time Streaming Protocol</i>	UICC/SIM	<i>Universal Integrated Circuit Card / Subscriber Identity Module</i>
R-UNI	<i>Roaming User Network Interface</i>		
RV	<i>Realidade Virtual</i>	USSD	<i>Unstructured Supplementary Service Data</i>
		UPnP	<i>Universal Plug and Play</i>
S		UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>
SA	<i>Service Availability</i>	UA	<i>Universidade de Aveiro</i>
SaaS	<i>Software as a Service</i>	UC	<i>Universidade de Coimbra</i>
SAE	<i>System Architecture Evolution</i>	UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
SCAMPI	<i>Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement</i>	UI	<i>User Interface</i>
SCP	<i>Service Control Point</i>	UTAD	<i>Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro</i>
SDB	<i>Service Delivery Broker</i>	UTRAN RNC	<i>Radio Network Controller</i>
SDF	<i>Service Delivery Framework</i>	UNI	<i>User Network Interface</i>
SDH	<i>Synchronous Digital Hierarchy</i>	UMA	<i>Unlicensed Mobile Access</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>	URI	<i>Uniform Resource Identifiers</i>
SDP	<i>Service Delivery Platform</i>	UL	<i>Uplink</i>
SEC	<i>Security Service</i>	URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
SEI	<i>Software Engineering Institute</i>	UPnP AV	<i>Universal Plug and Play Audio and Video</i>
SG	<i>Serious Game</i>	UE	<i>União Europeia</i>
S-GW	<i>Serving gateway</i>		
SIBS	<i>Sociedade Interbancária de Serviços (Portugal)</i>	V	
SIM	<i>Subscriber Identity Module</i>	VANC	<i>Volga access network controller</i>
SIP	<i>Session Initiation Protocol</i>	VAS	<i>Value Added Services</i>
SISP	<i>Sociedade Interbancária e Sistemas de Pagamentos (Cabo Verde)</i>	VCC	<i>Voice Call Continuity</i>
		VNO	<i>Virtual Network Operator</i>
SL	<i>Second Life</i>	VoD	<i>Video on Demand</i>
SME	<i>Session Management Enabler</i>	VoIP	<i>Voice over IP</i>
SMF	<i>Software Management Framework</i>	VoLGA	<i>Voice over LTE Via Generic Access</i>
SMS	<i>Short Message Service</i>	VoLTE	<i>Voice over LTE</i>
SNMP	<i>Simple Network Management Protocol</i>	VPN	<i>Virtual Private Network</i>
SON	<i>Self-Organizing Networks</i>		
SP	<i>Service Provider</i>	W	
SQ	<i>Sistema da Qualidade</i>	WAN	<i>Wide Area Network</i>
SRF	<i>Signalling Relay Function</i>	WB	<i>Wideband</i>
SRI-NIC	<i>Stanford Research Institute - Network Information Center</i>	WDM	<i>Wavelength Division Multiplexing</i>
SRVCC	<i>Single Radio Voice Call Continuity</i>	WDM PON	<i>Wavelength Division Multiplexing Passive Optical Network</i>
SS7	<i>Signaling System No. 7</i>		
SSL	<i>Secure Sockets Layer</i>	Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i>
SSO	<i>Direcção Sistemas de Suporte às Operações</i>	WIMAX	<i>Worldwide Interoperability for Microwave Access</i>
STB MEO	<i>Set-Top Box MEO</i>	WLAN	<i>Wireless local area network</i>
STM	<i>Synchronous Transfer Mode</i>	WMV	<i>Windows media video</i>
STP	<i>Spanning Tree Protocol</i>	WPAN	<i>Wireless Personal Area Networks</i>
SVC	<i>Scalable Video Coding</i>	WSN	<i>Wireless Sensor Network</i>
T		X	
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i>	XBMC	<i>Xbox Media Center</i>
TDD	<i>Test Driven Development</i>	XDI	<i>XRI Data Interchange</i>
TDM	<i>Time-Division Multiplexing</i>	XDM	<i>XML Document Management</i>
TED	<i>Traffic Engineering Database</i>	xDSL	<i>x Digital Subscriber Line</i>
TI	<i>Tecnologias de Informação</i>	XML	<i>Extensible Markup Language</i>
TISPAN	<i>Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networks</i>	XMPP	<i>Extensible Messaging and Presence Protocol</i>
		XP	<i>eXtreme Programming</i>
TMN	<i>Telecomunicações Móveis Nacionais</i>	XRD	<i>Extensible Resource Descriptor</i>
		XRI	<i>Extensible Resource Identifier</i>

