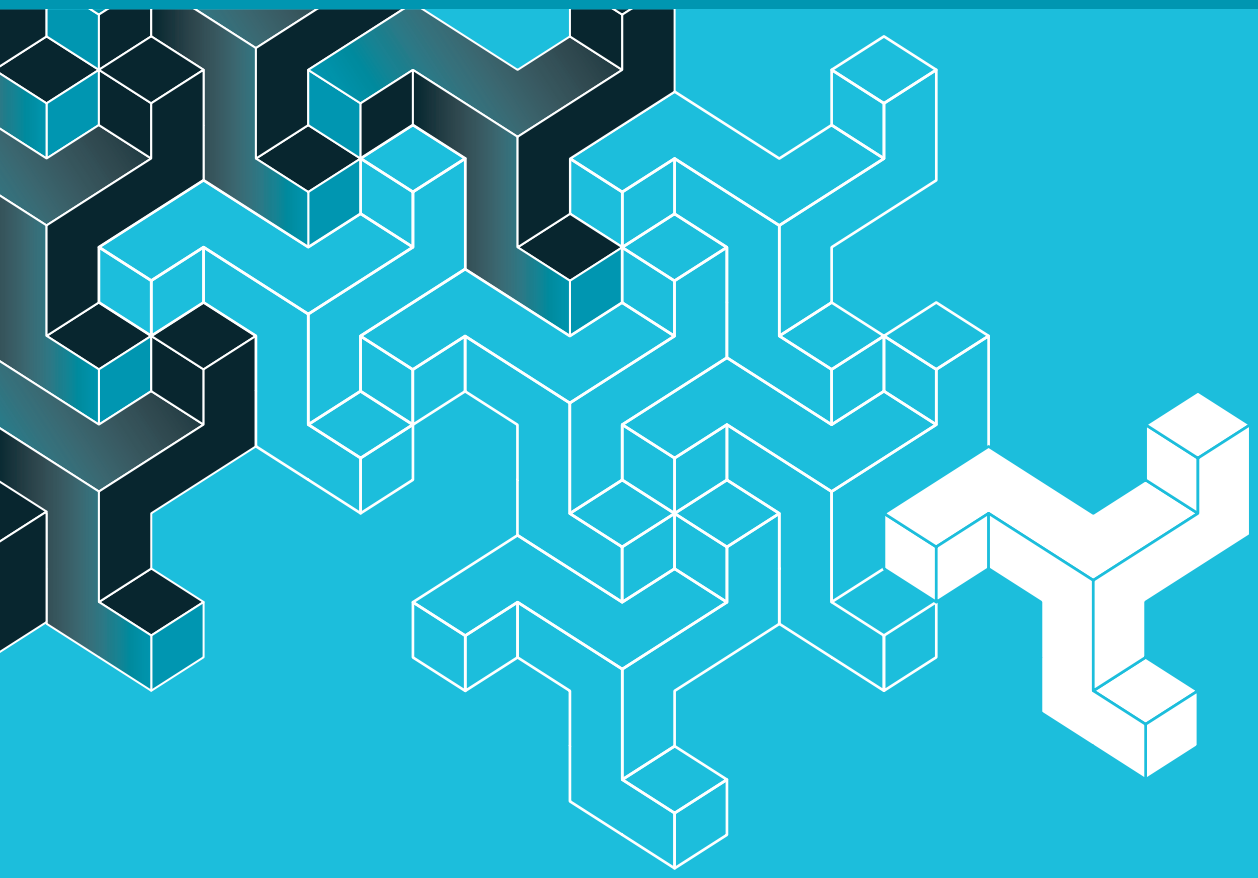


n.º 10 - dezembro 2012

Saber & Fazer

Telecomunicações

contextual design, breakdown, requisitos, inovação, visão, automatização de testes, qualidade, agilidade, reutilização, integração contínua, HTML 5, WebRTC, CSS3, SVG, WebGL, *Javascript, mobile applications, web applications*, IoT, M2M, SDF, contrafação, rastreabilidade, *voucher, delivery,* campanha, mensagens, *mobile advertising, mobile marketing,* personalização, contextualização, localização, *mobile parking, mobile money*, processos fim-a-fim, NOSSIS, OSS, projeto e construção, provisão, gestão de problemas, HGW, TR-069, OSGi, Altaia, *network activator*, desempenho, *event management,* LTE, ArQoS, GIS, *benchmarking*, QoS, QoE, monitoria, Wi-Fi, ONT-WZG, MyConnect, ANDSF, PCRF, ip-Raft, NGIN Wi-Fi, offload, 3GPP, femtocélulas, HeNB, *cognitive networks*, GMPLS, 40/100G, deteção coerente, XGPON, NG-PON2, *big data, business intelligence*, controlo de acesso, autorização fina, ABAC, RBAC, XACML, IAM, *cloud computing*, supervisão, *auto-scaling*

PT INOVAÇÃO

nº. 10 dezembro 2012

Saber & Fazer

Telecomunicações

contextual design, breakdown, requisitos, inovação, visão, automatização de testes, qualidade, agilidade, reutilização, integração contínua, HTML 5, WebRTC, CSS3, SVG, WebGL, *Javascript, mobile applications, web applications*, IoT, M2M, SDF, contrafação, rastreabilidade, *voucher, delivery,* campanha, mensagens, *mobile advertising, mobile marketing,* personalização, contextualização, localização, *mobile parking, mobile money*, processos fim-a-fim, NOSSIS, OSS, projeto e construção, provisão, gestão de problemas, HGW, TR-069, OSGi, Altaia, *network activator*, desempenho, *event management,* LTE, ArQoS, GIS, *benchmarking*, QoS, QoE, monitoria, Wi-Fi, ONT-WZG, MyConnect, ANDSF, PCRF, ip-Raft, NGIN Wi-Fi, offload, 3GPP, femtocélulas, HeNB, *cognitive networks*, GMPLS, 40/100G, deteção coerente, XGPON, NG-PON2, *big data, business intelligence*, controlo de acesso, autorização fina, ABAC, RBAC, XACML, IAM, *cloud computing*, supervisão, *auto-scaling*

PT INOVAÇÃO

Título
Saber & Fazer Telecomunicações
Revista técnica da PT Inovação
Edição
PT Inovação 2012
Design
Palo Alto,
Comunicação de Marketing
Impressão
Rebelo Artes Gráficas
Tiragem
750 exemplares
ISSN 1645-8710
Depósito Legal 251344/06

PT INOVAÇÃO



Alcino Lavrador
Administrador Delegado
da PT Inovação

No ano em que se comemora o centenário do nascimento do engenheiro José Ferreira Pinto Basto, que esteve na génese da PT Inovação, a sua frase: "Um país não é tecnologicamente evoluído quando tem acesso a produtos mais aperfeiçoados, mas sim quando é capaz de os criar", torna-se particularmente relevante e atual, tendo em conta o contexto económico em que vivemos. De facto, o "Saber" pode ser intelectualmente recompensador, mas sem o consequente "Fazer" torna-se infértil e inútil no plano económico e de desenvolvimento de um país. A necessidade de re-industrialização é hoje consensual e um imperativo nacional contrapondo a um país assente unicamente numa indústria de serviços. A PT Inovação tem vindo ano após ano a insistir no desenvolvimento e fixação de conhecimento transformado em produto tecnológico exportável, contribuindo assim para uma nova indústria nacional, a indústria baseada em conhecimento altamente especializado, capaz de competir a nível mundial e de elevado valor acrescentado bruto.

A PT Inovação tem assumido o significado literal e a essência da frase do seu fundador. Ao longo da sua história desde 1950, o Saber e Fazer foi o valor predominante e sempre presente de todos aqueles que deram corpo à Instituição. O Saber, obtido na formação académica, em investigação interna, participação em organismos internacionais de normalização, projetos conjuntos com outros parceiros, academia e indústria, foi sempre traduzido num conjunto de realizações físicas, equipamentos, aplicações ou sistemas que solidificam e tornam indelével a teoria e princípios aprendidos – no Fazer.

O resultado – o Fazer – é também a forma mais eficaz na difusão do conhecimento adquirido, partilhando-o com os clientes, fornecedores e parceiros, o ecossistema necessário à industrialização e operacionalização no terreno dos produtos desenvolvidos. Desde sempre que os produtos de maior sucesso desenvolvidos pela PT Inovação tiveram o envolvimento dos clientes. De facto, tem sido na procura conjunta de soluções para problemas do dia-a-dia das operações que têm surgido as propostas mais inovadoras e de maior retorno na otimização de recursos e de maior benefício para os utilizadores finais - a sociedade. A forte ligação com as operações permite um conhecimento mais aprofundado dos desafios com que se deparam e oferece a oportunidade de selecionar e adequar a tecnologia emergente às necessidades reais. As soluções inovadoras levadas à prática produzem um impacto na sociedade que as recebe como um serviço (por exemplo pré-pago móvel) de elevado valor imediato percebido ou de um benefício menos percetível mas não menos impactante (por exemplo os sistemas de suporte às operações de deteção automática de degradação de níveis de serviço, evitando ou minimizando a quebra de serviço).

É dessa forma que este número de Saber e Fazer Telecomunicações celebra este aniversário, através da divulgação de realizações práticas de saber acumulado ao longo de anos, quer com a fonte do saber – a Academia – quer com os nossos clientes que nos guiam no caminho a percorrer para transformar o saber em valor acrescentado na forma de produtos avançados e diferenciadores. Os diversos artigos endereçam múltiplos domínios e são resultado da atividade de Investigação e Desenvolvimento da PT Inovação em projetos de Inovação Exploratória e provas de conceito, procurando identificar as principais características e tecnologias que podem suportar uma oferta diferenciada de serviços e com alto valor acrescentado.

Em particular, este número procura identificar caminhos que permitam aos operadores de telecomunicações tirar partido das tendências atuais da digitalização, mobilidade e virtualização que estão a mudar todo o setor de telecomunicações, indústria e consumidores e que se baseiam na disponibilidade ubíqua de banda larga.

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



Marcelino Pousa

No ano em que se comemora o 100º aniversário do nascimento do fundador do CET, percursor da PT Inovação, é com reforçada satisfação que abrimos o nº 10 da Revista Saber & Fazer Telecomunicações com um artigo sobre a importância do trabalho do Engº José Ferreira Pinto Basto para o desenvolvimento das telecomunicações em Portugal. À semelhança dos 9 números anteriores, estivemos empenhados, a todos os níveis, para garantir o mesmo nível das anteriores edições da revista e, assim, dar um contributo para a difusão de conhecimento desta área no interior do grupo PT.

Ao selecionarmos o grupo de artigos que constituem este número, estamos conscientes de que não esgotam o portefólio de competências detidas internamente, mas esperamos que possam dar uma imagem do potencial da PT Inovação para apoiar o desenvolvimento do grupo PT e dos seus clientes.

A revista está organizada em 5 grandes áreas, começando a primeira com um artigo focado numa metodologia de desenvolvimento de requisitos de produtos – "*Contextual Design*" – com a qual esperamos criar produtos mais alinhados com as expectativas dos clientes. O 2º aborda uma metodologia de mecanismos de rastreabilidade de testes e, por fim, o último artigo desta secção analisa o potencial da tecnologia HTML5.

A segunda área de artigos apresenta aplicações que contribuem para a criação de valor nos operadores e para a facilitação de vida dos cidadãos, com enfâse na mobilidade dos utilizadores, e cobrindo temas como: arquitetura da plataforma M2M da PTIN, solução de rastreamento de medicamentos que ajuda a evitar a fraude neste mercado, também adaptável a outros setores, plataforma de *mobile advertisement* e solução de pagamentos de parques por telemóvel da PT.

Na área seguinte apresenta-se um conjunto de artigos sobre soluções de suporte às operações desenvolvidas na PT Inovação, que vão desde a descrição de processos da suite NOSSIS, a soluções de gestão de redes domésticas, solução de gestão e distribuição de eventos na mediação de redes, e uma solução de monitoria de redes LTE. Estas soluções, constituindo parte da oferta em OSS da PTIN, ganham importância reforçada em tempos de redução de custos das operações.

Os artigos que tratam das infraestruturas foram incluídos na quarta área e abordam a solução da PT Inovação para as redes Wi-Fi, um estudo sobre soluções cognitivas na gestão de redes LTE, um estudo sobre resiliência em *Generalized Multiprotocol Label Switching* (GMPLS), um estudo sobre processamento digital adaptativo em sistemas óticos 40/100G, fundamental para o desenvolvimento de redes de débitos muito elevados, e, finalmente, a evolução das redes FTTH para NGPON2.

A encerrar surgem os artigos sobre Políticas e Modelos de Controlo de Acessos de Segurança Informática, algo que nos deve preocupar a todos, a geração de valor com *Big Data* e *Real Time Marketing* e a Gestão Integrada de Serviços *Cloud* e *Telco*.

Resta-me agradecer aos autores que se disponibilizaram a partilhar connosco o seu trabalho e dessa forma permitir que aprendamos mais um pouco deste nosso mundo, à equipa de revisão e edição, onde destaco a Fátima Bóia e Clara Guerra pelo trabalho de suporte e revisão de mais este número. Aos leitores desejo que encontrem na revista algumas respostas às suas inquietações e alguns sinais que vos despertem a curiosidade e vos permitam aprofundar áreas de interesse para a empresa.



Vitor Nunes

INTRODUÇÃO

Neste ano de 2012 celebra-se o centenário do nascimento do Eng.º José Ferreira Pinto Basto.

Para muitos será apenas uma referência inscrita desde 29 de Abril de 1982, data em que passou à reforma, depois de mais de 40 anos de serviço, na entrada do edifício principal da PT Inovação, na data denominado CET – Centro de Estudos de Telecomunicações, mas a ele se deve, pela competência e determinação, a sua criação e desenvolvimento depois de mais de 20 anos do início como GECA – Grupo de Estudos de Comutação Automática.

Conheci o Eng.º Pinto Basto no dia 3 de Janeiro de 1967, data em que fui admitido nos CTT, na categoria de técnico de telecomunicações, para realizar um estágio no GECA em Aveiro.

Esse facto teve na minha vida, reconheço-o, uma importância determinante. Aderi, sem reservas, ao projeto por ele protagonizado e que havia de levar à criação do CET, apercebendo-me de qual era o trabalho desenvolvido desde 1950 e do ambiente criado à sua volta. E só tenho que lhe estar grato por me ter aceite para trabalhar com ele e pelas atenções, incluindo as pessoais, que me dispensou, ao longo do tempo.

No presente texto a parte anterior a essa data é apresentada como a descrição dos acontecimentos tal como descritos em palestras, artigos, participações em eventos [1], entrevistas e conversas com o Eng.º Pinto Basto, durante o período em que trabalhei diretamente com ele.

Depois, na maior parte do tempo, fui interveniente nos acontecimentos e tive participação numa parte significativa do desenvolvimento efetuado, na época, no CET, no período em que foi dirigido pelo Eng.º Egas Pinto Basto [2] que promoveu a mudança do CET no sentido da adaptação a novos tempos e de ter transformado, com sucesso, a atuação do CET fora do contexto do seu primeiro dirigente e criador.

ENTUSIASMO

José Ferreira Pinto Basto, após a licenciatura na Universidade do Porto, foi contratado como Engenheiro Eletrotécnico de terceira classe do quadro do pessoal técnico da Administração Geral dos CTT, por despacho ministerial de 2 de Março de 1939.

A atividade relacionada com o serviço telefónico vivia uma época de algum entusiasmo devido à recente reorganização da Administração Geral, que materializava um conjunto de estudos de modernização tecnológica, de arquitetura de desenvolvimento e de organização no território, no Plano geral de construções telegráficas e telefónicas de 1936 e na Lei 1959 de 1937 [3]. A exploração, cometida aos CTT, era a de todo o serviço de correios, telégrafos e telefones (neste último caso, exceto a área de Lisboa e do Porto, que eram exploradas em regime de concessão pela APT inglesa).

Depois duma passagem pelos serviços centrais em Lisboa, até 1941, foi responsabilizado pelo acompanhamento, por parte dos CTT, das instalações da automatização do serviço telefónico dos Grupos de Redes e pelos respetivos ensaios de receção e colocação ao serviço. A gestão das instalações era feita pelos técnicos da empresa fornecedora. A automatização era introduzida à medida que iam sendo implantados os Grupos de Redes. A primeira área a ser considerada foi a do Grupo de

INTRODUÇÃO

ENTUSIASMO

Redes de Coimbra, em 1942, constituída por duas estações automáticas (Coimbra e Lousã), dez estações semiautomáticas (de 10, 20 e 50 linhas) e várias linhas partilhadas dispersas.

Cedo se destacou pela compreensão dos mecanismos técnicos que possibilitavam o funcionamento do serviço telefónico, e com o espírito de engenheiro (que sempre referiu como aquele que tem engenho) começou a encontrar soluções técnicas que na época não podiam ser facilmente conseguidas - os equipamentos usados eram de origem inglesa. A partir de 1946 a montagem e colocação em serviço passou a ser completamente efetuada por técnicos nacionais e também se decidiu abolir o uso de estações semiautomáticas, o que despertou a procura de soluções que permitissem, com o material existente, cumprir as novas aplicações.

Com a preparação obtida em todos estes trabalhos (atente-se que entretanto passou um período de 10 anos) o Eng.º Pinto Basto constatou que seria possível projetar e construir equipamentos que possibilitassem a automatização nacional (que estava num certo impasse) e que esses equipamentos seriam mais económicos, mais adaptados às condições nacionais e disponibilizados mais rapidamente. Com isso em vista, os dirigentes da época, com entusiasmo [4], decidiram criar em 1950 os Estudos em Leiria sob o nome de Grupo de Estudos de Comutação Automática – GECA, integrado na Direção dos Serviços Técnicos dos CTT, e entregar a sua liderança ao Eng.º Pinto Basto.

O sucesso dos projetos que se realizaram deve ser visto, não somente pela sua bondade técnica, mas, também, pela sua industrialização e venda no mercado. Assume-se que, se existia vontade de colaborar da indústria, também ela era viabilizada financeiramente pelas compras efetuadas, ou a efetuar, pelo operador.

São deste modo desenvolvidas, além das linhas partilhadas, as ATU 52 e as ATU 54 (posteriormente melhoradas como ATU 61), estações terminais telefónicas para 52 e 200/400 assinantes respetivamente e as estações nodais de trânsito de 20 e 50 junções, as ANC 20/20 e ANC 50/50. Estas últimas constituiram a primeira aplicação de seletores de coordenadas, órgão de comutação que iria substituir em todos os desenvolvimentos, a partir dessa data, os órgãos rotativos de tipo *Strowger*.

Com base nestes órgãos foi desenvolvido pelo GECA um sistema que possibilitava a automatização das chamadas interurbanas, a IUA-57, que foi escolhido na sequência dum concurso internacional em que a AEP e a SE, conjuntamente, concorreram para o respetivo fornecimento com este projeto integralmente desenvolvido pelo GECA.

Foram igualmente desenvolvidas estações locais cobrindo as restantes gamas de capacidade, nomeadamente o Sistema Automático com Seletores de Coordenadas – SASC, bem como a evolução tecnológica e de capacidades das estações rurais com as ATC-80 e ATC 200/800, ficando deste modo a indústria nacional habilitada a fornecer todo o tipo de soluções de comutação telefónica.

MOTIVAÇÃO

Em 1972 o **GECA** foi transformado em **CET - Centro de Estudos de Telecomunicações**, alargando a sua intervenção a outros domínios das telecomunicações e comunicações digitais, nomeadamente o da transmissão e dos equipamentos e sistemas

de informação de operação, manutenção e planeamento das redes. Anos mais tarde, em 1999, o CET deu origem à **PT Inovação**.

Com as novas áreas de intervenção o CET desenvolveu todos os equipamentos para a implementação do novo plano de numeração com as Estações Terminais e de Trânsito Interurbanas EIUT e EIUZ utilizando a sinalização R2, normalizada pelo CCITT, bem como se começou a preparar, conceptual e tecnologicamente, para a intervenção nas comunicações digitais e na introdução dos computadores, do *software* e dos sistemas de informação nas comunicações.

São assim desenvolvidos e fabricados pela indústria nacional, a partir de 1980, os equipamentos de medida de tráfego (MTGC/MTPA) e de recolha de dados de contagem, os equipamentos de transmissão MIC 30 e MIC 30 SL (sinalização de lacete) e MIC de assinante, os diferentes equipamentos auxiliares de conservação (DETA,TESLA, EAR, EVE, Multicontrolador de chamadas,...) que formaram a rede OSCAR, de observação de serviço e de controlo da rede com os respetivos sistemas de informação e o estudo e desenvolvimento de algoritmos de planeamento de redes. Igualmente se iniciou, progressivamente, a atividade de homologação e respetivos ensaios de conformidade.

Também se desenvolveu e foi fabricada e implementada em Viseu, em 1986, a primeira estação digital produzida em Portugal, a Estação de Trânsito Digital – ETD e a Estação Local Digital – ELD em 1989. Iniciaram-se, já no final da década, em 1988, os estudos sobre serviços (sob o nome ETD Serviços) que haveriam de dar origem à plataforma de rede inteligente onde se basearam, posteriormente, os serviços de cartões pré-pagos.

O Eng.º José Ferreira Pinto Basto acompanhou a criação da Universidade de Aveiro, em 1973, pertencendo à sua Comissão Instaladora e acolheu o início do seu funcionamento em instalações do CET. Recorde-se que o primeiro curso ministrado pela Universidade de Aveiro foi o de Eletrónica e Telecomunicações, tendo sido funcionários dos CTT os seus primeiros alunos e alguns dos professores, nesses primeiros anos, quadros do próprio CET.

A sua reforma estava determinada para 1982. Nessa altura foi-lhe atribuída a medalha de ouro dos CTT, honra muito poucas vezes atribuída na empresa.

A cidade de Aveiro atribuiu-lhe a sua medalha de prata e, posteriormente, registou o seu nome na rua de acesso ao CET. Faleceu, dois anos depois, em 1984. Tinha, entretanto, sido condecorado com o grau de Oficial da Ordem de Mérito Agrícola e Industrial (classe de Indústria) pelos relevantes contributos que deu às telecomunicações em Portugal.

ESPERANÇA

As redes de telecomunicações são complexas e durante a sua evolução vão sendo encontradas, nessas redes, diferentes gerações de equipamentos, todos contribuindo para o processo de comunicar. A evolução das redes de telecomunicações é feita de duas maneiras: uma fazer mais do mesmo, pelo qual novos equipamentos (de novas tecnologias) e funcionalidades (com mais *software*) são acrescentados gradualmente; e outra: fazer diferente. Mesmo neste processo radical as redes de telecomunicações não têm sofrido as disrupções num único passo mas pela substituição gradual das suas partes

constitutivas. Nas redes de telecomunicações que têm vindo a ser construídas ao longo dos tempos têm sido verificados os dois padrões referidos. Isto significa que o trabalho em telecomunicações e nas redes nunca termina, pois existe sempre a possibilidade de intervenção, correção, mudança ou substituição. Ou seja, para aqueles que se deixem "apanhar" nas telecomunicações e nas suas redes, aos diferentes níveis, não existe o perigo de o seu trabalho se esgotar: ou é mais ou é diferente e tenham a capacidade de o acompanhar.

Uma disrupção surgiu com os desenvolvimentos na teoria da informação, no final dos anos 40. Um bit transmitido é idêntico a um bit processado e a um bit armazenado. Esta aparente simplicidade mudou por completo as redes de telecomunicações que a Internet, com a sua infraestrutura tecnológica, os seus protocolos, os seus servidores e centros de dados, a web, os conteúdos, a nuvem (*Cloud*) e as denominadas redes sociais e ecossistemas, têm vindo a modificar vai para 20 anos (sendo os conceitos iniciais do final dos anos 60). A esta mudança radical acresce a da separação dos serviços, da infraestrutura (embora suportados por ela) e do acesso e da utilização das infraestruturas para todo o tipo de comunicações, desde as de muito baixo débito até às de muito elevado débito, sendo igualmente desenvolvida a mobilidade no acesso, resultante, também, de conceitos desenvolvidos nos anos 40 do século XX.

A utilização das comunicações nestes contextos possibilita mudanças enormes, vantagens e riscos no modo como todas as interações entre os diferentes intervenientes são realizadas e, seguramente, ainda acrescenta maior importância ao processamento nos diferentes níveis das redes de telecomunicações e em todos os sistemas e serviços circundantes. É no processamento que está o valor das redes, de todo o tipo de redes incluindo as das pessoas, empresas, sociedade em geral.

Embora já longe no tempo - no seu tempo - e perdurando para além dele, esta foi a capacidade criada e desenvolvida pelo Eng.º José Ferreira Pinto Basto, que não se limitou apenas a utilizar o que era tecnologicamente mais desenvolvido, mas que criou e possibilitou que fosse mantida em Portugal a capacidade de conceber equipamentos e redes de telecomunicações com os respetivos serviços, estabelecendo todo o tipo de outras redes. E que se desenvolvesse e continue a desenvolver, embora sob formas diferentes, uma capacidade industrial, também ela em rede, com os mais diferentes atores, que tem assumido ao longo do tempo (e já lá vão mais de 60 anos) as mais diversas configurações, que se têm sobreposto nos diferentes períodos, de modo semelhante ao das redes de telecomunicações, sofrendo, igualmente, como todos, nestes aspetos, dos dois tipos de evolução referidos: incremental e radical.

Pelo expresso antes e pela importância que as redes têm e continuarão a ter cada vez mais, permito-me lembrar que para além da capacidade de aprender-fazendo dos diferentes intervenientes, da oportunidade, da confiança, das cumplicidades várias, da capacidade de se conseguir trabalhar em conjunto, mesmo que de modo diversificado, é necessária sorte, evocando assim a contribuição do Eng.º José Ferreira Pinto Basto e da continuidade da sua influência até aos nossos dias e que espero que continue, também, evoluindo de diferentes formas.

Aveiro, 12 de Outubro de 2012

REFERÊNCIAS

[1]- Telecomunicações.
Revista – editada pelo CET. Número especial de 29 de Abril de 1982.

[2]- Egas Ferreira Pinto Basto, (1940-1998) licenciado em Matemáticas pela Universidade de Coimbra. Diplomado em Telecomunicações no ISPT de Roma. Licenciado em Engenharia Eletrotécnica pela Universidade do Porto. Técnico no CET desde 1963. Diretor do CET de 1978 a 1990. Delegado nacional ao programa ESPRIT de I&D da CEE. Responsável pelo CEGER em comissão de serviço.

[3]- ROLLO, Maria Fernanda. (2009). A História das Telecomunicações em Portugal. Lisboa. Fundação PT.
ROLLO, Maria Fernanda e PIRES, Ana Paula. (2010). O Plano de 1937 e a Modernização dos CTT. Lisboa. Fundação PT.

[4]- Principalmente do Diretor dos Serviços Técnicos, ***Engº Aleixo Vaz Pinto*** a quem sempre fará referências elogiosas e respeitosas, considerando-o responsável pelo início da atividade do GECA.

CV do autor

CV DO AUTOR

Vitor Nunes

Licenciado em Matemáticas (U. Lisboa) e em Engenharia Eletrotécnica (U. Coimbra). Técnico do GECA desde 1967. Chefe da Divisão de Comutação do CET desde 1978. Diretor de Desenvolvimento do CET a partir de 1981 e de Tecnologia e Relações com a indústria no CET até 1994. Diretor central adjunto de OMG da PT, Diretor de Engenharia da PT, da Telepac e da PT Prime. Colaborador da Fundação PT até 2009. Avaliador de projetos de I&D nacionais e europeus.

Índice

José Ferreira Pinto Basto e o desenvolvimento das telecomunicações em Portugal 00 7 - 12

Contextual Design 01 13 - 20

Novos paradigmas na automação de testes - Integração Contínua 02 21 - 31

HTML5: o futuro da web 03 32 - 42

NGM2M 04 43 - 53

VTS - Saber & Fazer Rastreio 05 54 - 59

SMS Express e spotyad: dois exemplos de utilização da plataforma MAdServ na concretização de modelos de negócio nas áreas empresarial e de Mobile Advertising na TMN 06 60 - 67

Mobile Parking – Pagamento Móvel de Estacionamento PT 07 68 - 74

Os processos de negócio das Operações e a suite NOSSIS 08 75 - 84

Monitoria e gestão de desempenho de redes domésticas 09 85 - 92

Gestão e Distribuição de eventos na mediação de rede 10 93 - 101

Monitoria Online LTE 11 102 - 108

Suite Wi-Fi da PT Inovação 12 109 - 119

Soluções cognitivas na gestão de redes LTE 13 120 - 128

Resiliência em Generalized Multiprotocol Label Switching (GMPLS) 14 129 - 134

Processamento digital adaptativo em sistemas óticos 40/100G 15 135 - 141

Evolução de redes FTTH para NG-PON2 16 142 - 146

Geração de valor com Big Data e Real Time Marketing 17 147 - 152

Modelos de Controlo de Acesso a Informação 18 153 - 161

Gestão Integrada de Serviços Cloud e Telco 19 162 - 172

1 Contextual Design

palavras chave

Contextual Design, Observação, Problema, Necessidade, Utilizador final, Produto / Serviço, Breakdown, Requisitos, Valor acrescentado, Inovação, Visão


CRISTINA PIRES


HUGO CABRAL


INÊS OLIVEIRA


JOÃO OSÓRIO


JOSÉ ALBERGARIA


NUNO SEIXAS


NUNO PÁSSARO

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

Para inovar e criar produtos e serviços verdadeiramente novos e com valor acrescentado, importa aprender não apenas o que os clientes querem e pensam que precisam, mas identificar quais as principais barreiras, desafios, problemas e falhas que impedem o cliente de alcançar o seu objetivo. Aqui podemos atuar para ajudar o cliente a alcançar os objetivos desejados. [1]

A metodologia *Contextual Design* e a sua aplicação em projetos internos na PT Inovação surge como forma de sistematizar resultados de observações junto do utilizador final, fornecendo ferramentas às equipas operacionais para identificarem facilmente necessidades e o seu grau de prioridade, possibilitando o incremento da satisfação final do cliente e dos utilizadores. Assim, pretende-se que os produtos e serviços desenvolvidos respondam às necessidades e problemas existentes, potenciando a aceitação, experiência de utilização e correspondente satisfação final. Um dos principais objetivos é identificar 80% das necessidades mais relevantes para o cliente que tipicamente mapeiam em 20% do custo do projeto, bem como filtrar dos 20% dos requisitos ou problemas inicialmente previstos que mapeiam em 80% do custo do projeto, aqueles que o utilizador final não valoriza ou não necessita.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Das diversas formas conhecidas para identificar e definir uma necessidade para um produto ou serviço, como é o caso da *I&D*, pesquisas de mercado e análise de tendências, fica a faltar analisar a forma, o tamanho e as emoções das necessidades e das lacunas identificadas.

Perguntar aos clientes o que os mesmos querem ou precisam poderá eventualmente resultar em respostas razoáveis de pessoas que querem genuinamente ajudar, mas que, na sua maioria, indicam melhorias incrementais de produtos e serviços. Como dizia *Henry Ford*, "se eu perguntasse aos meus clientes o que eles queriam, provavelmente iriam pedir um cavalo mais rápido." [2]

O *Contextual Design* é um processo centrado no utilizador final que atua, não no âmbito da solução, mas sobre o problema. Este processo foca-se na perceção de como o utilizador trabalha, delineando a identificação da necessidade do utilizador e procurando organizar a informação recolhida no sentido de criar um entendimento organizado que responda às seguintes questões:

1- porque é necessário algo diferente;
2- que falhas e frustrações as lacunas geram;
3- que falhas são geradas pela necessidade subjacente.

No que respeita a saber o que os clientes querem e precisam, a tendência é confiar nos instintos. Normalmente valoriza-se menos a interação que se pode conduzir junto do cliente e que possibilita clarificar novas oportunidades.

Para inovar e criar produtos e serviços verdadeiramente novos e com valor acrescentado, é preciso sair do escritório. Importa aprender não apenas o que os clientes querem e pensam que precisam, mas identificar quais as principais barreiras, desafios, problemas e falhas que existem para o cliente alcançar o seu objetivo e onde podemos atuar. Dar ao cliente o que ele quer é fundamental, mas importa sobretudo ajudá-lo a alcançar os objetivos desejados. [3]

Neste sentido, o *Contextual Design* está a ser usado em projetos da PT Inovação, nomeadamente em NA-SDK, Portal do Cliente – iniciativa integrante do projeto *Easyflow* e ACM-CPT.

2. METODOLOGIA

O *Contextual Design* é uma metodologia de desenho de produtos/soluções centrado no utilizador final. A sua principal característica é o uso intensivo de dados recolhidos no terreno (maioritariamente através da observação) como alicerces para a perceção das reais necessidades, tarefas, objetivos e processos do utilizador. O objetivo final consiste no desenvolvimento de produtos/soluções que vão de encontro tanto às necessidades do utilizador, como do negócio em si [4]. A Tabela 1 resume as principais vantagens e desvantagens desta metodologia.

A metodologia subdivide-se, de uma forma genérica, em sete passos sequenciais, tal como ilustrado pela Figura 1.

Descrevendo estas etapas em maior detalhe:

1. A **investigação contextual** tem como objetivo revelar o que os utilizadores realmente fazem, porque o fazem daquela forma e as suas reais necessidades. É baseado na observação e comportamento do utilizador durante a execução das suas

tarefas no local de trabalho, ao invés da típica entrevista de pergunta/resposta.
2. O principal objetivo da **interpretação** é criar um entendimento comum do problema dentro da equipa que está encarregue da análise. Em concreto, os dados recolhidos durante a investigação contextual são nesta fase analisados e os aspetos e questões mais relevantes são capturados em cinco modelos de trabalho: fluxo, sequência, cultural, artefactos e físico [5].
3. A **consolidação** é o passo que generaliza todos os aspetos e questões individuais modelados nas sessões de interpretação. O propósito é relevar padrões e estruturas semelhantes entre os modelos individuais. No entanto, detalhes relevantes encontrados em modelos individuais deverão ser mantidos.
4. A **visão** é o passo mais criativo do processo. Tendo como ponto de partida os dados consolidados, a ideia é repensar e desenhar o novo produto/solução tendo como foco as informações obtidas junto dos utilizadores finais.
5. O objetivo dos ***storyboards*** é capturar os cenários que descrevem como os utilizadores finais irão interagir e usar o novo produto/solução, detalhando a visão através de "rascunhos" feitos à mão (tipo banda desenhada).
6. O **desenho do ambiente do utilizador** tem como propósito capturar a estrutura do novo produto/solução, ilustrando como cada parte do sistema suportará as tarefas do utilizador final.
7. A **prototipagem** é o último passo do *Contextual Design*. É aqui que termina a fase de análise e desenho do novo produto/solução, sendo que o próximo passo será a implementação do mesmo. Nesse sentido tem como objetivo validar, comunicar e eventualmente detalhar o novo sistema.

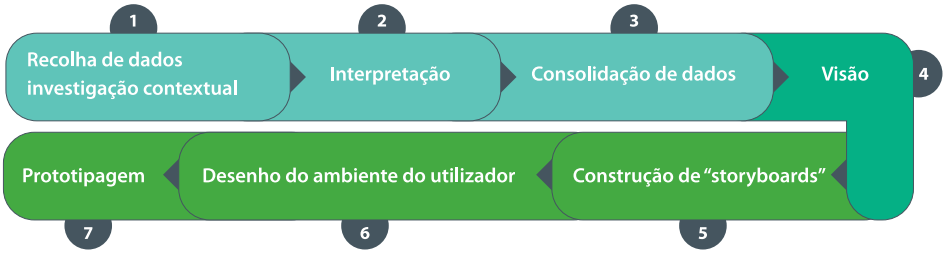
Das fases apresentadas, na PT Inovação evidenciam-se as especificadas até à visão (inclusive).

Porque é que o Contextual Design é tão importante para a organização?
Essencialmente por dois motivos:
- Para integrarmos nos nossos produtos tudo aquilo que o utilizador mais valoriza;
- Para não despendermos recursos a desenvolver funcionalidades que não vão de encontro às reais necessidades do utilizador final.

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens do *Contextual Design*

Vantagens	Desvantagens
> Identificação dos requisitos mais valorizados pelo cliente/utilizador final	> Impõe **mudança** na forma de trabalhar
> Maior qualidade da solução entregue	> Necessidade de maior envolvência e disponibilidade do cliente/utilizador
> Menos tempo de desenvolvimento (especificação clara dos requisitos)	

Figura 1- Etapas do *Contextual Design*



3. CASOS PRÁTICOS

3.1 NA-SDK

NA-SDK

Contextualização do projeto

O *Network Activator* (NA) é um produto que atua nos componentes de rede mediando as operações de manutenção, instalação e receção de eventos para os protocolos nativos dos respetivos equipamentos. Desta forma escuda com uma interface uniforme os restantes sistemas de suporte às operações (OSS) da heterogeneidade tecnológica dos referidos equipamentos. O NA foi desenvolvido para permitir a adição de novos equipamentos e respetivas funcionalidades sem provocar interrupção de serviço. Desta forma estas funcionalidades são implementadas na forma de *scripts* XSLT.

O *Network Activator Software Development Kit* (NA-SDK) nasce de necessidades e oportunidades específicas. Enquanto a utilização de *scripts* permite uma resposta muito rápida a pequenas alterações pedidas pelo cliente, coloca também dificuldades de verificação destes *scripts* quer na sua coerência sintática e estrutural, quer na facilidade de testar a coerência semântica. De maior relevância é ainda a necessidade de produção de uma vista gráfica que permita uma mais rápida exploração e configuração de aspetos macro destes *scripts*. O produto pode assim tornar-se mais apelativo ao mercado e aumentar a produtividade das equipas de desenvolvimento e de expansão do mercado através da simplificação do *software* de configuração.

Aplicação do Contextual Design

O projeto NA-SDK aplicou as fases de Entrevista Contextual, Interpretação, Consolidação e Visão. O acesso ao utilizador final é frequentemente o maior obstáculo à utilização desta técnica. Felizmente, a aplicação foi facilitada pelo facto dos utilizadores finais e os entrevistadores se encontrarem colocalizados nas mesmas instalações. Uma dificuldade que surgiu esporadicamente foi o entrevistado não poder realizar exatamente o tipo de trabalho que se pretendia observar, por motivos de urgência ou no seguimento da explicação de como o trabalho seria feito. Depois de interpretadas as sessões de observação e consolidados os modelos, chegou-se a um total de 42 necessidades divididas nas categorias de Processo (6), Cliente (3), Desenvolvimento (20), Testes (6), Documentação (3) e Gestão de Equipa (4). Foi também registado um conjunto de 23 ideias de resolução de necessidades. Finalmente construiu-se a respetiva Visão onde estas e novas ideias se procuraram consolidar numa perspetiva de solução única e coerente.

Pós Contextual Design

Alguns requisitos de carácter técnico foram recolhidos de seguida sem recorrer a *Contextual Design*. O projeto produziu já um protótipo funcional que se encontra em reestruturação e refinamento. Reutiliza extensivamente componentes pré-fabricados (*off-the-shelf*).

3.2 PORTAL DE CLIENTE

Contextualização do Projeto

O Portal de Cliente é uma iniciativa do programa *Easyflow* que visa implementar um portal como instrumento centralizado das interações entre a PT Inovação e os seus clientes. O programa *Easyflow*, em curso na PT Inovação, visa a revisão e melhoria dos vários processos internos, bem como dotar cada um destes processos das ferramentas de base mais adequadas aos desafios colocados à organização.

Neste contexto, o Portal de Cliente visa atingir os seguintes objetivos:

1- minimizar a comunicação com o cliente efetuada essencialmente por e-mail;
2- aumentar o controlo, disponibilidade e acesso à documentação para a tomada de decisão eficaz por parte de todos os *stakeholders* do processo;
3- minimizar a exposição ao cliente de equipas não preparadas para o efeito.

Para além da resposta a estas dificuldades, o Portal de Cliente deve cumprir os seguintes requisitos:

1- conseguir integrar o ciclo de desenvolvimento completo (Requisitos, Conceção, Entrega, Aceitação e Suporte);
2- apostar na vertente colaborativa dos processos e das ferramentas que os suportam;
3- minimizar a troca de documentos, informação e comunicação por e-mails *ad-hoc*.

→
PORTAL DE CLIENTE

Aplicação do Contextual Design
A aplicação desta metodologia seguiu um trajeto algo adaptado, uma vez que a análise funcional que se pretendeu fazer incorporou não apenas esta metodologia mas também um estudo qualitativo e de arquitetura de informação.

Assim, para a execução desta análise funcional foram identificados e inquiridos representantes de vários clientes atuais da PT Inovação – TMN, PTC, Meditel. Nestes representantes, foram contemplados vários perfis, desde os responsáveis de negócio, passando por Gestores de Projeto, Gestores de Operações e equipas de Manutenção e Suporte sendo, no final, os resultados analisados e agregados em 4 grupos: Engenharia, Instalação, Testes e Intervenções.

Relacionado estritamente com a aplicação de *Contextual Design*, foram agendadas e realizadas 10 sessões de observação. A partir dos dados recolhidos, foram realizadas as sucessivas sessões de interpretação e consolidação, de forma a serem produzidos os diversos modelos definidos pela metodologia.

A partir da recolha das várias necessidades, das dificuldades identificadas, das sugestões dos utilizadores e das próprias ideias geradas internamente, foi produzida uma visão da solução a desenvolver. A visão pretende apontar apenas o caminho de forma genérica e não constituir uma solução detalhada do sistema a implementar, uma vez que se situa ainda no domínio da análise do problema, constituindo a ponte com uma primeira abordagem da solução propriamente dita.

Conclusões e Recomendações
A visão produzida centra-se na interação com o utilizador "cliente", uma vez que serão estes os únicos utilizadores deste sistema. Esta configuração advém do pressuposto que foi assumido neste projeto e que consiste em não armazenar quaisquer dados nesta aplicação, sendo sempre consultadas e obtidas todas as informações das aplicações operacionais da PT Inovação. Desta forma, os vários perfis de utilizadores da PT Inovação (Gestor de Negócio, Gestor de Cliente, Gestor de Projeto, Gestor de Produto, Gestor Técnico) irão sempre interagir com as suas próprias aplicações e nunca com o Portal de Cliente diretamente. Assim, a visão construída ilustra alguns aspetos tidos como importantes na construção deste sistema, nomeadamente:

1- o assumir do Portal de Cliente como o meio de comunicação preferencial entre a PT Inovação e os seus clientes, possibilitando-se, no entanto, a integração com outros meios, como as soluções de e-mail, fóruns, etc.;
2- a disponibilização de uma ligação personalizada a um representante da PT Inovação de acordo com o domínio em que se está no momento;
3- a possibilidade de se consultar o conjunto de todas as interações realizadas nos vários contextos entre a PT Inovação e o cliente;
4- a não retenção de dados no portal, sendo sempre recolhidos a partir das várias aplicações operacionais. Esta visão constitui a base das recomendações para a implementação do Portal de Cliente.

3.3 ACM-CPT

Contextualização do Projeto
O *Campaign Performance Tracking* (CPT) é o componente do *Active Campaign Management* (ACM) responsável por acompanhar a evolução das campanhas promocionais geridas pelo ACM, bem como o desempenho dos indicadores de negócio produzidos pelos clientes que estão inseridos nestas campanhas. Funcionalmente, este componente recebe a mesma gama de eventos processada pelo ACM, além das ações (transições de estados, concessão de benefícios, envio de notificações, entre outras) produzidas no âmbito da gestão dos ciclos de vida das campanhas. A partir deste conjunto de informações, o CPT regista nos seus *Data Marts* a evolução das métricas que possibilitarão acompanhar as campanhas, bem como os indicadores de negócio alvos destas.

A informação disponibilizada nos relatórios do CPT pretende garantir que as equipas de negócio conseguem caracterizar as campanhas em curso e terminadas, nomeadamente em termos de número de adesões, benefícios concedidos, recargas realizadas pelos clientes e ainda a progressão da adesão.

Aplicação do Contextual Design

No âmbito da observação da utilização do ACM-CPT na TMN foram identificados dois perfis: monitorização de campanhas e análise de campanhas. O primeiro tem como função a identificação e análise de erros, a definição de indicadores, o acompanhamento da evolução das campanhas e a alarmística funcional (resultado de uma maior ou menor adesão às campanhas face ao esperado). O segundo perfil procede à análise do desempenho das campanhas do ponto de vista do negócio. Após as sessões de observação destes perfis, foram construídos os modelos consolidados e identificados os principais *breakdowns* (necessidades). Definiram-se os modelos de fluxo que refletem as interações dos dois perfis, modelos de sequência que salientam as atividades exercidas e o modelo cultural. Evidenciam-se neste processo problemas associados ao processamento manual de dados, à análise baseada em regras empíricas e à dificuldade em obter os dados das campanhas. Do modelo cultural resultou uma perspetiva das influências exercidas pelos diversos perfis entre si e verificou-se uma dificuldade na comunicação entre a equipa de Negócio e a equipa de Exploração.

Finalmente, a visão da solução foca a construção de um "Cockpit de Campanhas", onde a equipa de negócio possa ter uma perspetiva rápida das campanhas vigentes e fechadas. Este deverá ser configurável por campanha, mas deverá sempre apresentar uma visão rápida sobre o estado de cada atributo da campanha, gráficos sobre a execução da campanha e exportação dos dados da campanha para um formato tabular. Para além disto, deverá existir um ecrã inicial com dados recentes das campanhas (novas campanhas, atualização de dados das campanhas, etc.). A análise do ponto de vista do negócio é realizada a partir dos dados recolhidos da plataforma de BI. Assim, foi aceite neste estudo que a análise de negócio da campanha não é feita no ACM, mas sim recorrendo a dados deste (através da exportação dos dados) e de outros sistemas.

Conclusões e Recomendações

Da aplicação do *Contextual Design* no projeto em causa identificaram-se como principais observações:

1- a monitorização da ocorrência de erros das campanhas é feita com recurso a indicadores e métricas;
2- para suprir a falta de alarmes e notificações de erros o desenho das campanhas é mais complexo;
3- são realizados dois tipos de análise da campanha:
i- análise macro para acompanhamento da evolução e potencial ação de correção;
ii- análise de negócio com os dados da campanha obtidos na plataforma de BI;
4- as análises referidas no ponto anterior são obtidas a partir de trabalho de segmentação e cálculo manual, suportado em folhas de Excel, sendo os seus resultados obtidos com base em regras empíricas;
5- existem dificuldades de comunicação entre as várias equipas (equipa de Exploração, de Negócio e de Produto).

Como principais recomendações apresentam-se:

1- desenvolvimento de mecanismos de alerta e notificação das campanhas vigentes;
2- possibilidade de exportação dos dados relativos às campanhas para um formato tabular configurável;
3- construção de um *Dashboard* de monitorização de campanhas como sítio único de acesso à informação;
4- dados os diferentes tipos de campanha, deverá ser possível parametrizar os atributos a monitorizar para cada campanha, se possível tirando partido da reutilização de informação.

Apesar de não ter sido alvo desta análise, foram ainda identificadas algumas necessidades/recomendações para o produto ACM.

CONCLUSÕES

A aplicação da metodologia do *Contextual Design* surge da importância de estarmos atentos às necessidades reais do utilizador final. É natural ouvirmos o que o cliente nos pede, servindo para despoletar desenvolvimentos em soluções existentes ou novas linhas de produtos. O que o cliente requisita poderá distanciar-se do que o utilizador efetivamente precisa e, por esse motivo, muitas vezes os produtos, mesmo que viáveis, acabam por ter uma aceitação

no mercado inferior ao expectável.
Sem negligenciar os objetivos de negócio do cliente, é importante compreender os processos de trabalho em que o nosso produto vai estar envolvido. O trabalho do utilizador raramente pode ser efetuado exclusivamente sobre um sistema. Este trabalho inclui normalmente comunicação com outras pessoas e sistemas externos. A recolha e caracterização deste contexto onde o produto vai estar envolvido é muito útil para reduzir o âmbito evitando generalizações desnecessárias, facilitar decisões e priorizar o esforço com base na compreensão dos benefícios.

No entanto, frequentemente o utilizador não está ciente do seu próprio processo de trabalho, nem o estruturou. Trata-se de conhecimento tácito, que o utilizador usa enquanto se guia pelos seus objetivos. Num processo convencional de especificação de requisitos cabe ao entrevistado, seja utilizador ou não, já ter identificado os problemas. Frequentemente, o entrevistador também guia a entrevista com base no seu modelo mental, potencialmente desviando-se do foco do utilizador.

Daqui advêm as principais forças do *Contextual Design*, e em particular da investigação contextual (entrevista). A entrevista é guiada pelo entrevistado enquanto este realiza trabalho real. O entrevistador assume um papel de aprendiz. Ao capturar o trabalho do utilizador enquanto ele é realizado, o conhecimento do processo, da ordem, das dependências, dos problemas e sua real relevância, este conhecimento torna-se explícito.

Daqui vêm também as suas duas principais limitações. Primeiro, é necessário acesso direto e presencial a utilizadores finais no seu local de trabalho. Segundo, tem utilidade mais reduzida para sistemas com os quais o utilizador não interaja diretamente.

A iniciativa do *Contextual Design* no âmbito da PT Inovação distingue-se por uma melhoria dos resultados nos projetos envolvidos no que respeita à identificação dos requisitos mais valorizados pelo utilizador, menor tempo de desenvolvimento (especificação clara dos requisitos) e maior adequação e qualidade da solução entregue. A entrega dos requisitos mais valorizados pode implicar redução de preços e de custos internos – aumento de competitividade no mercado global, bem como diminuição do *time to market*. Assim, acredita-se que esta metodologia deve ser alargada a qualquer produto PT que tenha interação direta com o utilizador final, uma vez que ajuda a explicitar as suas necessidades mais prementes, muitas delas não visíveis numa análise superficial, bem como a priorização dos trabalhos de implementação.

REFERÊNCIAS

[1] - Phillips J., *Give the People What They Want*, http://www.innovationexcellence.com/blog/2011/12/02/give-the-people-what-they-want/
[2] - Aboagye A., Mahindroo A., Mishustin D., Stralin T., Design to value: *Consumer-driven cost control*, McKinse
[3] - Beyer H., Holtzblatt K., *Contextual design: defining customer-centered systems*, Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, 1998
[4] - *Contextual Design, incontext - Customer Centered Design*, http://incontextdesign.com/contextual-design/, 2012
[5] - Matterson N., Sá R., Silva M., Smus B., Oakley I., *Capstone Project, Final Report, Master of Human-Computer Interaction*

CV dos autores

CV DOS AUTORES

Cristina João Pires, licenciada em Matemática Aplicada e Computação pela Universidade de Aveiro. Mais tarde, obteve o grau de mestre em Ciências da Computação, atribuído também pela Universidade de Aveiro. Iniciou o seu percurso profissional nos CTT, em 2007, onde desempenhou funções de desenvolvimento na área do Negócio Eletrónico do Grupo. Em 2010, ingressou na PT Inovação onde integra a divisão de Sistema de Inovação e Planeamento. Atualmente está envolvida num programa de melhoria contínua (*Easyflow*), no projeto transversal de *Contextual Design* e no projeto do Portal de Inovação (JUMPin).

Hugo Cabral, colabora na PT Inovação desde 2004, ano em que obteve o diploma de Engenharia Informática e Computação pela Universidade do Porto. Em 2011, obteve o grau de Mestre em Engenharia de Software, atribuídos pelas Universidade de Coimbra e Carnegie Mellon University. Ao longo dos últimos anos desenvolveu atividade na implementação de um MMSC, na área dos SVA (nomeadamente no desenvolvimento de portais WEB/WAP e plataformas multimédia: jogos, toques, vídeo e *mobile* TV), e na gestão técnica e liderança de equipa da área de *mobile money*, recargas e pagamentos móveis. Atualmente, participa no desenvolvimento do novo BSS da PT Inovação (projeto Quantum), nomeadamente com as funções de análise e desenho da solução, e com a coordenação da equipa de desempenho e dimensionamento da solução. Faz parte da equipa do projeto transversal de *Contextual Design* na PT Inovação.

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 infraestruturas de redes, tecnologias IP. Em 2009 ingressou as equipas de protocolos e aplicações para gestão de elementos de rede e de revisão dos processos de gestão de programas e projetos. À vertente de consultoria de redes seguiu-se a integração na equipa de Gestão de Inovação, em 2011, responsabilizando-se pela coordenação da Inovação na PT Inovação e gestão do Sistema de Investigação, Desenvolvimento e Inovação (IDI). Faz parte da equipa do projeto transversal de *Contextual Design* na PT Inovação.

João Osório, colabora na PT Inovação desde 2006. Diplomou-se em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra em 2006. Obteve o grau de Mestre em Engenharia de Software, atribuídos pelas Universidade de Coimbra e Carnegie Mellon University em 2011. Ao longo dos anos participou no desenvolvimento em projetos de OSS como foram os casos do SiCReM, Order Manager e Network Activator. Atualmente tem liderado e desenvolvido o projeto NA-SDK, bem como contribuído para áreas mais transversais de trabalho no SSO, como sejam a melhoria de práticas de análise estática, melhoria de práticas de testes unitários e a constituição de uma arquitetura técnica de âmbito departamental. Faz parte da equipa do projeto transversal de *Contextual Design* na PT Inovação. Curriculum: http://tinyurl.com/cfhpqsa

José Albergaria, licenciado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, iniciou o seu percurso profissional como bolseiro do Instituto de Telecomunicações Aveiro, em 2007, onde participou no projeto europeu OPUCE. Em 2008 ingressou na PT Inovação onde desempenha funções de investigação exploratória e inovação. Integra também a equipa do projeto transversal de *Contextual Design* na PT Inovação.

Nuno Alexandre Seixas licenciou-se em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra em 2004. Em 2008 obteve o grau de Mestre em Engenharia de Software pela Carnegie Mellon University e Universidade de Coimbra. Neste momento é Gestor de Projetos na PT Inovação, sendo responsável pelos projetos de melhoria interna. É Instrutor certificado de CMMI para Desenvolvimento, v1.3. Faz parte da equipa do projeto de *Contextual Design* na PT Inovação. Fez parte da equipa de desenvolvimento de *software* para a área de Informática Médica, nomeadamente da plataforma de Telemedicina – Medigraf. Fez parte da equipa do projetos de investigação – MyHeart e mCare, projetos europeus na área da Informática Médica no contexto do Centro de Informática e Sistemas da Universidade de Coimbra.

Nuno Pássaro graduou-se em 2007, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, na Licenciatura Engenharia Electrotécnica e de Computadores, especialização em telecomunicações. Um ano mais tarde, concluiu o Mestrado Integrado na mesma instituição. Em 2012, concluiu o curso *Masters of Software Engineering* pela Carnegie Mellon University. Desde de 2007, trabalha em projetos de investigação em áreas relacionadas com *Service Oriented Architecture, Content Distribution e Seamless Mobility*. Recentemente participa no projecto FP7 IoT.est, para a contrução de uma *framework* que permita integrar, através de uma abordagem SOA, serviços *Machine-to-Machine* testados automaticamente a partir de descrições semânticas. Para além disto, faz desenvolvimento de aplicações Web para monitorização e *reporting*. Faz parte da equipa do projeto transversal de *Contextual Design* na PT Inovação.

2 Novos paradigmas na automação de testes - Integração Contínua

palavras chave

Gestão, Qualidade, Agilidade, Reutilização, Automatização, Testes, Integração contínua



LUÍS MENDES



NUNO COUTO

Este artigo pretende apresentar novos caminhos para o *Software Testing* e apresentar a aproximação prática adotada para a automação de testes.
A motivação para a introdução de um paradigma de automação de testes em projetos de desenvolvimento de *software* resulta da sua capacidade intrínseca em oferecer uma ligação eficaz entre qualidade de produto e objetivos de negócio. Estes aspetos são cada vez mais relevantes no contexto atual onde os projetos de *software* tendem a ser cada vez mais complexos e o tempo para os executar cada vez menor.
A *framework* que será apresentada ao longo deste artigo é o resultado da experiência de várias equipas de desenvolvimento e testes em vários projetos de desenvolvimento de *software*. Desta experiência resultou um conjunto de competências que permitiram avaliar e selecionar a metodologia apresentada.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Atualmente, a pressão e competitividade existente no mundo empresarial obriga a que novas soluções e/ou produtos, sejam rapidamente disponibilizados, sendo que essa capacidade de ter um *time-to-market* reduzido é uma fonte de vantagem competitiva para qualquer fornecedor. O simples facto de disponibilizar novas soluções não significa por si só a satisfação dos clientes. Estas têm de ser lançadas com qualidade, cumprindo os requisitos definidos, quer seja numa ótica de solução customizada, quer satisfazendo as necessidades do mercado e utilizadores finais numa perspetiva de produto. Uma das formas de promover essa satisfação é garantindo a qualidade da entrega ao cliente. Genericamente, a forma mais reconhecida para o fazer é através da execução de testes.

Existem vários tipos de testes, que vão desde os unitários aos de sistema, passando pelos de integração e instalação. Neste artigo será dada uma maior relevância à temática dos testes de sistema, que são tipicamente executados sobre um ambiente controlado, onde todos os componentes que compõem a solução do cliente se encontram instalados e sobre os quais já foram executados ciclos de testes unitários, de integração e mesmo de instalação. Dependendo da complexidade da solução a testar, estes testes podem ter uma abrangência transversal a vários sistemas e não se restringir a um só.

O objetivo destes testes é avaliar a solução sob o ponto de vista do utilizador final em condições (ambiente, interfaces, dados, etc.) semelhantes às que serão encontradas em ambiente de produção. Concretamente, em termos de objetivos de qualidade, o que se pretende inferir com estes testes é o objetivo de *Correctness*. Pretende-se assim fornecer um grau de conforto de quão livre está a solução de falhas, fornecendo uma avaliação sobre a capacidade de cumprir com os requisitos especificados ou necessidades do cliente e expectativas.

A técnica de testes aplicada nestes testes transversais de sistema é do tipo "Black-Box". Esta técnica é caracterizada por não necessitar de se conhecer o funcionamento interno da solução. A análise e avaliação da solução são feitas recorrendo às interfaces e respetivos casos de uso que materializam a implementação dos requisitos propostos. Apenas é dada relevância aos dados de entrada e ao resultado obtido, ignorando o processamento interno da solução. Com base nos parâmetros de entrada definidos, o teste é executado e o resultado obtido é comparado com o resultado definido pelo(s) requisito(s).

No capítulo seguinte serão detalhados os desafios que a execução deste tipo de testes hoje em dia enfrenta.

2. DESAFIOS

Face ao apresentado no capítulo anterior, é importante perceber quais os desafios que se colocam às tarefas de especificação e execução de testes transversais de sistemas, face aos paradigmas atuais de execução manual de testes ou de automação de testes através de linguagens e ferramentas proprietárias.

Assim, podemos definir que o grande desafio é garantir que a fase de testes assegure a mesma agilidade, objetividade e eficácia que se procura para os ciclos de desenvolvimento.

Por outro lado, as soluções são cada vez maiores, mais complexas e com mais possibilidades e combinações de configurações, o que levanta a necessidade de execução de mais testes e de testes mais

DESAFIOS

complexos.

A produção de soluções altamente customizadas pelo cliente leva também a cenários onde existe uma taxa elevada de alteração de requisitos, obrigando a que a fase de execução de testes seja ela própria também bastante flexível, de forma a responder rapidamente às alterações introduzidas.

A execução dos testes deverá evidenciar o impacto de uma alteração à solução: correção de defeitos, introdução de nova funcionalidade, alteração de requisito, entre outros. Dessa forma é desejável maximizar o número de testes que se consegue executar em cada ciclo de validação da solução.

O impacto destes desafios nos paradigmas atuais de desenvolvimento e testes faz com que a solução seja a da convergência dos ciclos de desenvolvimento e ciclos de testes, que hoje em dia são tipicamente disjuntos, para um único ciclo integrado de desenvolvimento e testes. A solução proposta para endereçar estes desafios é abordada no capítulo seguinte.

3. SOLUÇÃO PROPOSTA

A nível de execução de testes, estes podem ser de execução manual ou automática. Entende-se por teste automático qualquer teste que seja capaz de ser executado sem qualquer intervenção humana, desde a criação das pré-condições até à validação da execução do teste, através da comparação do resultado obtido com o resultado esperado.

Tendo em conta os desafios previamente apresentados fica claro que a execução dos testes de forma manual não é viável devido aos seguintes fatores:

- Tempos de execução elevados, que levam à execução de menos testes, logo menor cobertura da solução;
- Impossibilidade de execução de toda a bateria de testes sempre que há uma alteração à solução, perdendo a noção do impacto da alteração nas áreas previamente testadas;
- Dificuldade na reprodução das condições de teste, o que dificulta a análise dos resultados obtidos.

SOLUÇÃO PROPOSTA

Assim, é natural que exista uma tendência para que os testes passem a ser, não na totalidade mas em grande parte, automatizados.

De seguida são apresentados alguns benefícios dos testes automatizados:

- Garantia de consistência, cobertura e eficiência dos testes;
- Aumento significativo no número, rácio e repetibilidade dos testes de regressão;
- *Last minute sanity,* eliminando as restrições humanas para a execução de testes;
- Capacidade de reteste e poupança de esforço em ciclos de testes posteriores;
- Capacidade de reutilização e minimização do tempo necessário para fases de testes posteriores em SW, com maturidade e alterações mínimas aos interfaces:
  - › É expectável que se reduza para metade* o esforço necessário para um paradigma tradicional de execução manual, para um nível de 70-80% de automação: 1,5 vezes* menos esforço para uma automação de 100%.

No entanto é necessário ter presente o seguinte:

- Esforço adicional para iniciar a automação como princípio base:
  - › 2 a 2,5 vezes* o custo / investimento do que uma fase tradicional, para um nível de 70 a 80% de automação;
  - › 5 a 8 vezes* de custo adicional, para um nível de 100% de automação;
- Número de ciclos de testes necessários para atingir o retorno do investimento no esforço alocado (*break-even*) face a um paradigma manual:
  - › 3 a 5 ciclos*

**Estimativas para projetos de risco elevado ou médio de grande complexidade.*

Falta abordar como será atingida a integração e convergência entre ciclos de testes e desenvolvimento.

Por volta do ano 2000, foi definida uma forma de integração de *software* (módulos, componentes, etc.) que se designou por Integração Contínua, em que os projetos de desenvolvimento de *software* deixavam de ter uma fase específica de integração (que tipicamente ocorre no final do desenvolvimento), passando essa integração a

ser feita muito frequentemente (diariamente, por exemplo).
A grande vantagem desta abordagem, que se tornou comum nas metodologias de desenvolvimento de *software* ágeis, está em diminuir o âmbito das naturais dificuldades de integração entre os diversos módulos, componentes, etc., de *software*: as alterações ao *software* feitas e integradas num dia são muito menos do que as que são feitas ao longo de semanas ou meses de desenvolvimento, diminuindo assim os potenciais problemas de integração. E para serem integradas, essas alterações devem ser testadas de forma contínua. E se integrarmos de forma contínua e testarmos essas integrações de forma contínua, podemos entregar também de forma contínua, aumentando assim a qualidade da entrega (Figura 1).

A forma como se deve proceder à automação de testes neste paradigma de integração contínua não é compatível com as primeiras abordagens propostas pelos fornecedores típicos de ferramentas de gestão de testes. Essas propostas surgem sempre suportadas em *frameworks* que não são facilmente integráveis com os ciclos de desenvolvimentos e fazem uso de linguagens de especificação e automação proprietárias, aumentando assim o tempo de aprendizagem necessário e dificultando a conversão e reciclagem das pessoas que executam testes hoje em dia num paradigma manual para um paradigma de automação.

A utilização de linguagens proprietárias dificulta também o processo de aprendizagem dos recursos e capacidade de adaptação às tendências emergentes desta área de automação.

Figura 1 - Modelo de integração contínua



No capítulo seguinte serão detalhadas as etapas necessárias para suportar o processo de testes num paradigma de automação.

4. ETAPAS ASSOCIADAS AO PROCESSO DE TESTE

4.1. PLANEAMENTO

De acordo com a metodologia como o *software* será desenvolvido e disponibilizado (ágil ou cascata) para a execução de testes de sistema, deve ser elaborado um plano de testes alinhado com essas decisões e/ou estratégia.

O plano deve identificar:
- Lista de requisitos a testar;
- Áreas de maior risco que devem ter mais esforço de validação e prioridade de execução (de acordo com a prioridade atribuída aos requisitos);
- Funcionalidades/características passíveis de serem validadas por testes automáticos;
- Documentação necessária à especificação e execução;
- Recursos físicos / lógicos / logísticos necessários:
  - Ambiente de testes e sua caracterização;
  - Configurações técnicas / de negócio necessárias;
  - Metodologia de testes a aplicar;
- Critério para arranque, suspensão e recomeço dos testes;
- Responsabilidades e pontos de contacto.

4.2. SELEÇÃO DOS TESTES A AUTOMATIZAR

Quando é tomada a decisão de partir para a automação de testes é de extrema importância identificar qual o universo de testes que vai ser selecionado. Há algumas regras que ajudam a fazer essa identificação:

- "Sanity tests", testes que permitem de uma maneira muito rápida aferir a "saúde" da solução;
- Testes de regressão, devem ser executados sempre que a solução sofre alguma alteração, permitindo aferir que não surgiram novos defeitos em componentes ou funcionalidades já testadas;
- Testes a componentes ou funcionalidades que não sofrem alterações com frequência, minimizando assim a manutenção da automatização;

ETAPAS ASSOCIADAS AO PROCESSO DE TESTE
PLANEAMENTO
SELEÇÃO DOS TESTES A AUTOMATIZAR

• O tempo disponível para a automatização e o grau de dificuldade em implementar a mesma é também um fator relevante nesta seleção;
• Alguns componentes/funcionalidades da solução podem não estar preparadas para a automatização (por exemplo, nas interfaces web os objetos presentes podem não estar corretamente identificados impossibilitando o acesso aos mesmos através da automatização).

Assim, a tomada de decisão para automatizar os testes deve ser feita com bastante ponderação e de uma forma consciente por toda a equipa de projeto, uma vez que a automação de testes implica alterações não só à forma como é feito o desenvolvimento, mas obriga a uma maior contenção e a maiores restrições a alterações que se pretendam fazer às interfaces usadas pelo código dos testes automatizados. Qualquer alteração não controlada e injustificada pode ter impactos devastadores nas baterias de testes, causando grande desperdício para a empresa devido à alocação ineficiente de recursos na recuperação e manutenção do código de testes após implementado.

4.3. ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE TESTE

A especificação dos casos de teste começa com a revisão dos requisitos, que são registados na ferramenta de suporte ao processo de desenvolvimento como *client requirement*. São estes os requisitos que identificam e descrevem as necessidades do cliente.

ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE TESTE

Durante a fase de revisão deve ser garantido que os requisitos respeitam as seguintes características:
• Completos;
• Claros;
• Corretos.

Qualquer requisito deve ser capaz de responder a uma pergunta fundamental: "*Como é que se consegue testar isto de uma forma unívoca?*"

Após a revisão, os testes são especificados na ferramenta de gestão de testes prevista pelo Processo de Desenvolvimento. Durante a fase de especificação os testes devem ser associados ao requisito a validar. Para tal, o processo garante a sincronização dos requisitos entre a ferramenta de gestão de desenvolvimento e a ferramenta de gestão de testes.

Por forma a garantir que toda a solução é testada, é necessário garantir que todos os requisitos têm testes associados.

Tipicamente um requisito deve ser validado tendo em conta os seguintes tipos de teste:

• Testes positivos: refletem condições ou dados previstos para demonstrar que o requisito foi atendido;
• Testes negativos: refletem condições ou dados inaceitáveis, anormais ou inesperados para demonstrar que o requisito só pode ser atendido sob a condição desejada;
• Testes de fronteira: se uma condição de entrada especificar um intervalo delimitado pelos valores x e y, os casos de teste devem ser especificados com valores imediatamente acima e imediatamente abaixo de x e y;
• Testes de limite: se uma condição de entrada especificar valores máximos e mínimos suportados, os casos de teste devem ser especificados extrapolando esses mesmos limites.

Em termos de linguagens para suporte à automação de testes, pode ser usada a linguagem conhecida como *Cucumber*. Esta linguagem permite descrever o comportamento que a solução deverá ter numa linguagem orientada à utilização final da solução. Permite também a especificação, automação e execução de testes. Segue uma abordagem *Behaviour Driven Development* (BDD), em que se descreve o comportamento pretendido através de histórias.

Em suma, a metodologia de testes automáticos envolve dois passos:

1. Especificação
2. Implementação

O primeiro passo da especificação é descrever textualmente a funcionalidade/requisito que se pretende testar (uma "feature" em termos *Cucumber*). A seguir, descrevem-se múltiplos cenários de teste ("Scenario"/"Scenario Outline") que validam a funcionalidade em causa.

A implementação compreende a tradução dos

→→

passos ("steps") da descrição dos cenários de teste e das condições iniciais/ambiente ("background").

Ainda que numa primeira análise, "especificação" e "implementação" sejam tarefas seguidas, elas podem ocorrer em paralelo e ser efetuadas por pessoas ou grupos distintos, ainda que de forma coordenada.

O *Cucumber* tem a particularidade de usar uma linguagem própria de especificação muito próxima do Inglês, pelo que a "especificação" pode ser feita por pessoas sem conhecimentos de programação, como será apresentado no exemplo abaixo.
Conceitos chave a reter num contexto "Cucumber":

- *Feature:* descreve uma funcionalidade (um ou mais requisitos);
- *Scenario:* descreve um caso de teste que valida a funcionalidade;
- *Scenario Outline:* semelhante a um *Scenario*, só que permite especificar múltiplos valores esperados com base em diferentes "entradas";
- *Background:* descrição das ações que serão executadas antes de cada cenário; algo que configura o ambiente;
- *Step:* um cenário de teste (*Scenario/Scenario Outline*) ou um *Background* é decomposto em múltiplos passos, que serão posteriormente implementados individualmente em código.

A melhor forma de entendermos estes conceitos é através dum exemplo.
Os requisitos registados na ferramenta de suporte ao desenvolvimento não são automaticamente sincronizados e disponibilizados ao nível do *layer cucumber*.
Assim, durante a especificação dos testes (ficheiros do tipo *.feature*) podem ser associados recorrendo a *tags*. No exemplo acima, o teste "Add two numbers" está a validar o requisito "Req_123" (Figura 2).

EXECUÇÃO DE TESTES

4.4. EXECUÇÃO DE TESTES

4.4.1. IMPLEMENTAÇÃO

IMPLEMENTAÇÃO

Foi referido anteriormente que os testes automáticos e sua especificação são feitos recorrendo ao *Cucumber*.
Mas como é que as ações descritas na especificação são interpretadas e executadas de forma automática?
O *Cucumber* possui um motor de expressões regulares que permite identificar cada uma das ações e recorrendo a outras linguagens de suporte como *Ruby* ou Java essas mesmas ações podem ser implementadas/automatizadas de modo a obter o comportamento pretendido, tal como é demonstrado na Figura 3.

```
Feature: Addition
  Background:
    Given I reset the calculator

@Req_123
  Scenario: Add two numbers
    Given The first number inserted in the calculator is 50
    And  The second number inserted in the calculator is 70
    When I press add
    Then The result should be 120
```

Figura 2 - Especificação *cucumber*

```
Given /^The first number inserted in the calculator is (.*)$/ do
calculator = calculator.new
calculator.push(n.to_i)
end
```

Figura 3 - Implementação em *Ruby* da especificação *cucumber*

4.4.2. EXECUÇÃO

A execução de testes é garantida pelo motor de integração contínua. Este executor permite (entre outras funcionalidades):

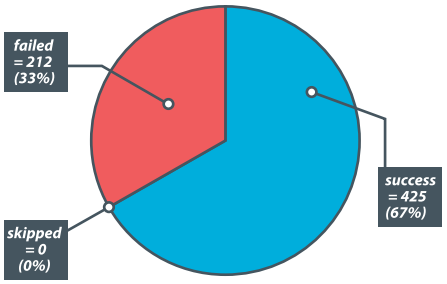
- Agendar a execução de forma a criar mais valor para o projeto (*night build*, *post-commit build*, entre outras);
- Consultar o relatório de execução dos testes, possibilitando através do próprio interface fazer o *debug* de uma determinada execução de um teste;
- Verificar o estado atual da solução e o respetivo histórico, recorrendo aos gráficos disponibilizados (Figura 4).

4.4.2.1 EXECUÇÃO SELETIVA DE TESTES

No servidor de integração contínua os *jobs* funcionam como agregadores de testes. Quando é dada ordem de execução a um *job* todos os testes são executados. Dependendo do grau de complexidade dos testes e do número de testes que o constituem, a sua execução poderá demorar algum tempo, levando a que a equipa de testes não consiga

EXECUÇÃO

EXECUÇÃO SELETIVA DE TESTES



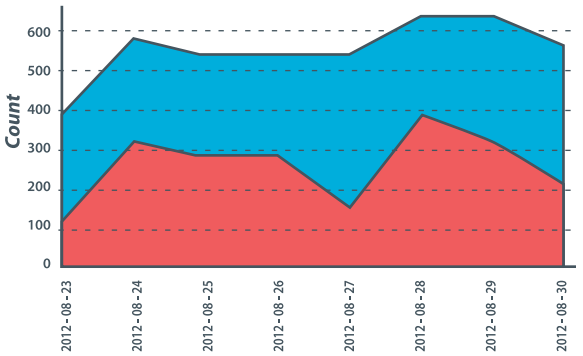


Figura 4 - Estado atual e histórico da solução

verificar em tempo útil se a correção a um incidente surtiu ou não efeito. Esta limitação levou ao desenvolvimento de duas novas funcionalidades que permitem flexibilizar a execução de testes:

- *Rerun failed build* – esta funcionalidade apenas executa os testes falhados na última execução
- *Run build by tags* – aproveitando a capacidade disponibilizada pelo *Cucumber* de classificar os testes através de *tags*, esta funcionalidade permite executar um subconjunto de testes identificados pelas *tags* que recebe como parâmetro.

4.4.2.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DE EXECUÇÃO

ANÁLISE DOS RESULTADOS DE EXECUÇÃO

Com os testes automatizados e com a execução dos mesmos da responsabilidade do servidor de integração contínua, a principal atividade da equipa de testes passa por ser a análise/*debug* das situações de falha. Desta análise podem resultar defeitos que serão registados na ferramenta de gestão de testes e desenvolvimento.

4.4.2.3 GERAÇÃO AUTOMÁTICA DE DOCUMENTAÇÃO

GERAÇÃO AUTOMÁTICA DE DOCUMENTAÇÃO

O processo de geração de documentação resultante da atividade de testes feito de forma manual é um processo moroso, sujeito a falhas e que desvia a equipa de testes da sua efetiva função que é identificar incidentes. Para minimizar este problema, foram desenvolvidas e integradas no servidor de integração contínua duas novas funcionalidades que de forma automática permitem gerar o caderno e relatório de testes.

4.4.3 *REPORTING*

REPORTING

É de extrema importância reportar o estado/evolução da tarefa de testes aos *stakeholders*. É com base nestes indicadores que pode ser aferida a qualidade da solução implementada, possibilitando a tomada de decisões relacionadas com a disponibilização ou não do *software* ao cliente final.
Para tal e numa perspetiva de libertar a equipa de testes de tarefas repetitivas, recorrendo ao servidor de integração contínua, foi implementado um processo que, de forma automática, recolhe as seguintes métricas:

Cobertura de requisitos:
A cobertura de requisitos é medida diversas vezes durante a fase de testes e fornece a identificação da cobertura do requisito em termos da percentagem do número de testes bem-sucedidos sobre o número total de testes previstos para a validação desse requisito, independentemente do seu estado: planeados, implementados, executados e bem-sucedidos.

Na Figura 5 pode ser observado um exemplo dos relatórios que estão a ser gerados hoje em dia para este efeito.

Na Figura 6 é dada a informação de progresso ao longo do tempo dos requisitos e do seu respetivo grau de cobertura, evidenciando assim a progressão e tendência associadas aos requisitos.

Execução de testes:
Ao remover a dimensão dos requisitos é importante conseguir inferir e reportar o estado global dos testes, tal como é mostrado na Figura 7.

Da mesma forma que é feito para a cobertura dos requisitos, a produção de um gráfico com

a evolução temporal da execução de testes mostra a progressão e tendência da tarefa de execução de testes. Este tipo de representação gráfica, com escala percentual e não em termos absolutos, mostra-se muito eficaz na motivação das equipas em conseguir fechar as tarefas que têm em mãos, uma vez que a evolução diária positiva tem repercussão direta na percentagem de trabalho em falta. Um exemplo de um gráfico com este tipo de representação pode ser observado na Figura 8.

Defeitos:
Um importante resultado da atividade de testes são os defeitos que resultam desta atividade. Um defeito é uma não conformidade do sistema sob teste face ao seu comportamento esperado (e idealmente documentado). A informação sobre os defeitos é de grande importância, uma vez que desta decorrem *revisions* ao sistema que necessitam de ser geridas, planeadas, implementadas, instaladas e retestadas. Como o esforço envolvido para corrigir e retestar os defeitos nunca é desprezável, estes devem ser encarados como artefactos que evidenciam desperdício na cadeia de valor de um dado projeto e, como tal, devem ser minimizados. A informação sobre defeitos a apresentar nos relatórios de progresso deve conter a sua densidade, isto é, o seu estado versus a sua prioridade, tal como é evidenciado na Figura 9.

As análises de tempo de permanência de defeitos fornecem um ótimo *feedback* sobre a eficácia dos testes e das atividades de eliminação de defeitos. Por exemplo, se grande parte dos defeitos antigos e não fechados está num estado de validação pendente, isso provavelmente significa que não estão a ser empregues recursos suficientes no esforço de reteste. Exemplos dessas análises temporais podem ser encontradas nas Figura 10 e Figura 11.

Figura 5 - Listagem de requisitos refletindo o estado dos testes que o validam

Total Requirements: 112							
Req. key	Total tests	Tests pass	Tests fail	Tests skip	% Tests ok	% Execution coverage	Version
[redacted]	58	32	25	1	55 %	98 %	1.0.0
[redacted]	3	1	2	0	33 %	100 %	1.0.0
[redacted]	10	1	6	3	10 %	70 %	1.0.0
[redacted]	9	8	1	0	88 %	100 %	1.0.0
[redacted]	5	3	2	0	60%	100%	1.0.0

Figura 6 - Evolução dos requisitos já testados

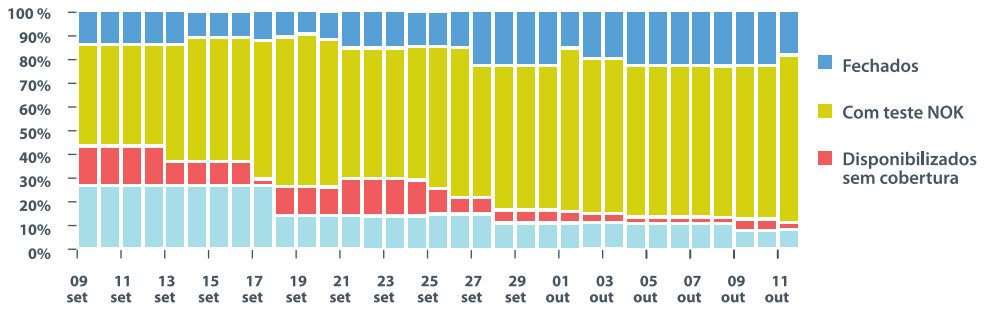


Figura 7 - Estado atual de execução de testes

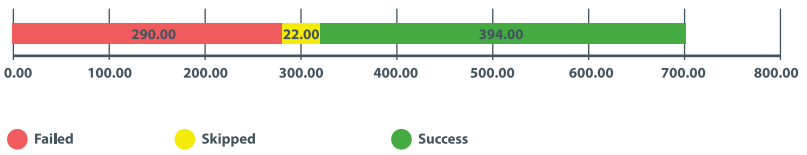


Figura 8 - Histórico de execução de testes

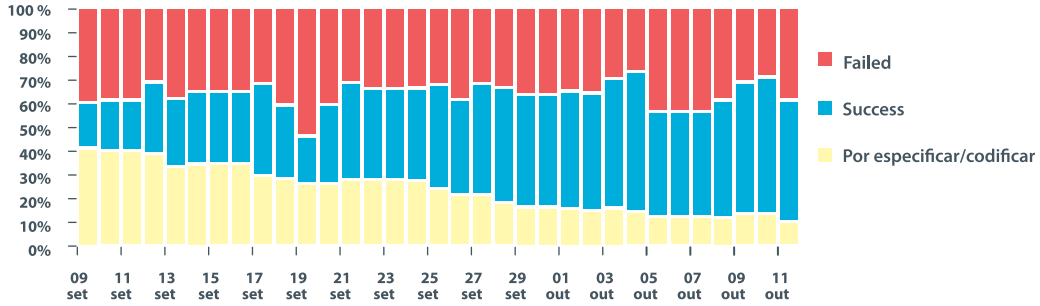


Figura 9 - Defeitos por prioridade

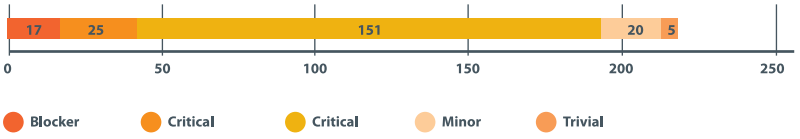


Figura 10 - Histórico de defeitos por prioridade

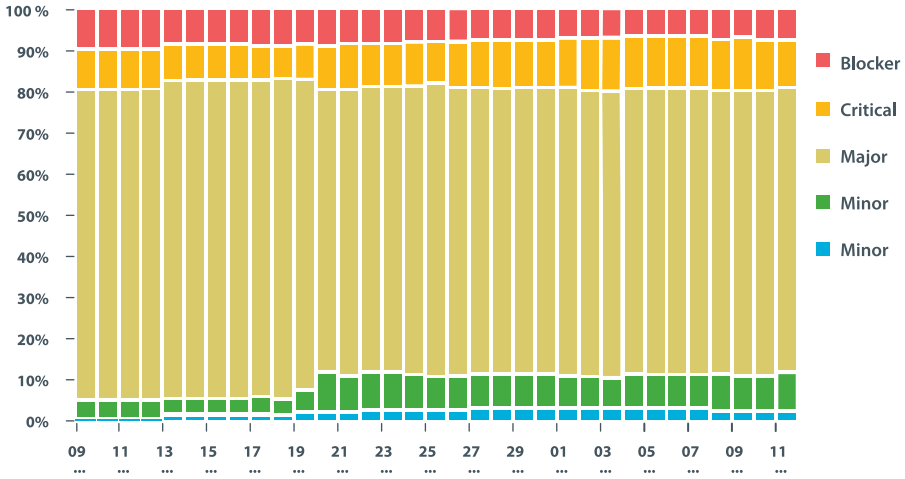
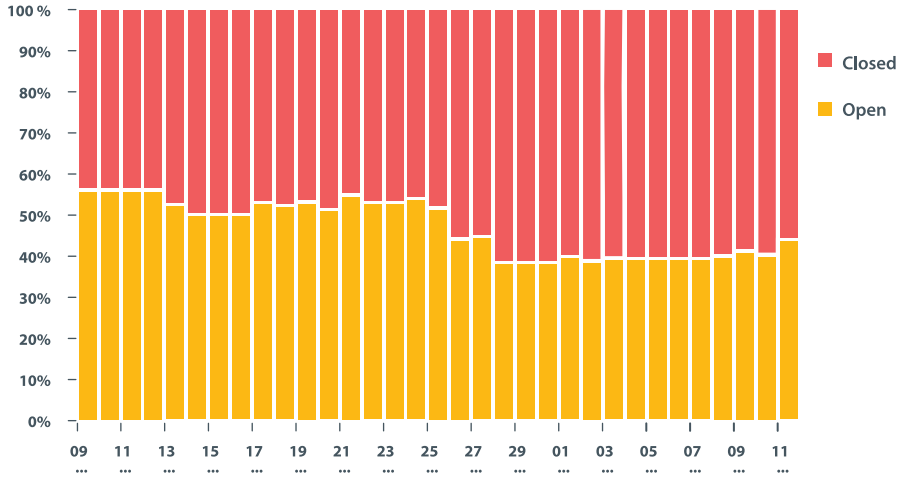


Figura 11 – Histórico de defeitos *Open vs Closed*



CONCLUSÕES

Não se pode encarar a automatização como sendo a solução para todas as dificuldades inerentes ao desenvolvimento de *software*, pois é necessário gerir as expectativas de todas as equipas envolvidas. Contudo, acredita-se que este é o caminho a seguir, pois se conseguem obter os seguintes benefícios:

- Rapidez na execução dos testes;
- Possibilita a execução dos testes de regressão sempre que há uma alteração à solução;
- Automatizando os testes mais simples a equipa ganha mais tempo para executar outros testes manuais, permitindo assim uma maior cobertura.

As vantagens identificadas não são alcançadas de imediato; a automatização é um investimento a médio/longo prazo, sendo rentabilizada em versões futuras da solução.
Para isso,

- tem de ser bem alicerçada,
- deverá ser implementada de forma incremental, fazendo sempre uma escolha cuidada dos testes candidatos à mesma,
- o próprio *software* produzido pelo processo deverá ser bem estruturado, robusto e escalável, minimizando a manutenção sempre necessária ao código.

O *time-to-market* é cada vez menor, obrigando as empresas a adotar metodologias de desenvolvimento ágeis. A equipa de testes também deverá acompanhar esta evolução, não se podendo esperar que toda a solução esteja completamente desenvolvida para dar início aos testes sob pena de:

- Aumentar exponencialmente o custo de correção de incidentes;
- Não conseguir cumprir os prazos estipulados.

Deste modo, a adoção de metodologias de integração contínua revela-se acertada. A solução é testada à medida que está a ser desenvolvida, sendo integrados e testados novos módulos/funcionalidades assim que disponibilizados pela equipa de desenvolvimento.

A adoção desta abordagem obriga à alteração de tarefas e reciclagem de conhecimentos no seio da equipa, contribuindo para a motivação da mesma. A tarefa de execução de testes, anteriormente assegurada pelo *tester*, passou a ser maioritariamente assegurada pela automatização, sendo que o *tester* deverá estar mais focado na análise dos resultados das execuções. É necessário dotar a equipa com conhecimentos na área de desenvolvimento de *software* através da formação ou contratação de profissionais.

CV DOS AUTORES

Nuno José Ferreira de Sá Couto formou-se em 2001 na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. Em 2012 obteve o grau de Mestre em Engenharia de Serviços e Gestão pela mesma faculdade. A sua experiência profissional passou pelo desenvolvimento de serviço de dados, gestão de projetos e liderança de equipas de testes e instalação. Atualmente é Gestor da Divisão responsável pelas atividades de testes e instalação para os clientes da PT Inovação nos domínios BSS e OSS.

CV dos autores

Luís Filipe Nunes Mendes formou-se em 2003 na Universidade de Aveiro, em Engenharia Eletrotécnica e Telecomunicações. A sua experiência profissional está direcionada para as áreas de teste e qualidade de *software*. Certificado pela ISTQB em "Certified Tester Foundation Level" em 2008 e "Certified Tester Advanced Level - Test Manager" em 2010. Tem estado envolvido em vários projetos NGIN para clientes nacionais e internacionais destacando-se a TMN, PTCom, Meditel e TimorTelecom.

3 HTML5: o futuro da web

palavras chave

HTML5, WebRTC, CSS3, SVG, WebGL, Javascript, Aplicações Mobile, Aplicações Web


PAULO REIS


FERNANDO MILAGAIA


SÉRGIO FREIRE


FAUSTO DE CARVALHO

O HTML5 é um *standard* W3C para a criação de documentos hipertextuais, ainda em processo de normalização e com um pendor fortemente industrial. A sua relevância acompanha a evolução da própria *Web*, que de um simples repositório de documentos com hiperligações passou para uma plataforma aberta, em constante evolução, de aplicações multimédia ricas e com uma forte componente social, multiutilizador e multiplataforma.

Este artigo sintetiza a história do HTML5, os seus aspetos técnicos mais marcantes e a sua relevância no contexto atual, com particular ênfase no mundo *mobile*.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

HTML5 é a quinta iteração da especificação HTML *(Hypertext Markup Language)*, que tem vindo a ser evoluída desde os anos 90.

Este trabalho de evolução segue um processo definido de validação da especificação, passando esta por diversos estados, desde o *working draft* inicial até ao estado de W3C *Recommendation* – um *standard* técnico para guiar implementações. Não obstante o caráter metódico e frequentemente moroso, este processo é aberto. Ainda que liderado por membros de um grupo de trabalho da W3C *(World Wide Web Consortium)*, inclui desenvolvedores e também as organizações que desenvolvem os *browsers Web* (*browser vendors*). A presença de *players* diversos tem o intuito de garantir a pluralidade de opiniões e necessidades, sendo que muitas das funcionalidades que surgem nas especificações são implementadas *a priori* em trabalhos de experimentação e desenvolvimento dos *browser vendors*, muitas das vezes mesmo antes de serem discutidas no grupo de trabalho.

A linguagem HTML assume-se na prática como a língua franca da *Web*, na medida em que é utilizada de forma particularmente ubíqua na estruturação, caracterização e hiperligação dos documentos hipertextuais. Esta quinta iteração encontra-se ainda em estado *working draft*, não obstante já ter suporte substancial nos diversos *browsers*, fruto do papel desses mesmo *players* no processo de normalização. A especificação segue na larga maioria o trabalho da WHATWG (*Web Hypertext Application Technology Working Group)* e é guiada por quatro princípios fundamentais [1]:

1. Compatibilidade (ou seja, não invalidar documentos *Web* já existentes);
2. Utilidade (as adições/alterações em relação à especificação anterior deverão ser fundamentadas em necessidades reais);
3. Interoperabilidade (o que implica um maior rigor na definição de comportamentos como, por exemplo, a gestão de erros no *markup*);
4. Acesso Universal (devendo esta especificação ter em conta a pluralidade de dispositivos e modos de acesso, bem como a diversidade cultural e a acessibilidade).

Todavia, nas aceções mais coloquiais, as referências a HTML5 englobam mais do que apenas a quinta revisão da especificação HTML. Tipicamente, fora do contexto dos organismos de normalização, HTML5 é um conceito amplo que engloba não só a componente hipertextual, mas também as funcionalidades de outras especificações tipicamente associadas a um paradigma de aplicações *Web* e não meros documentos (ver Figura1). A título de exemplo, é típico associar-se a HTML5 funcionalidades multimédia (pertencentes às especificações de áudio e vídeo), gráficas (a título de exemplo, CSS3, SVG ou WebGL) e de interação com especificidades do sistema operativo (e.g. acesso a listas de contactos ou sensores).

2. NASCIMENTO E EVOLUÇÃO DA ESPECIFICAÇÃO HTML5

O HTML5 como o conhecemos hoje, bem como os princípios que guiam a sua especificação ainda em curso, são fruto da colisão entre os pontos de vista do organismo de normalização (W3C) e dos *browser vendors* (posteriormente organizados como WHATWG). A divergência centra-se essencialmente nas visões distintas entre os dois grupos em pontos de discórdia como a compatibilidade com conteúdo *Web* já existente *vs*. uma abordagem nova, baseada

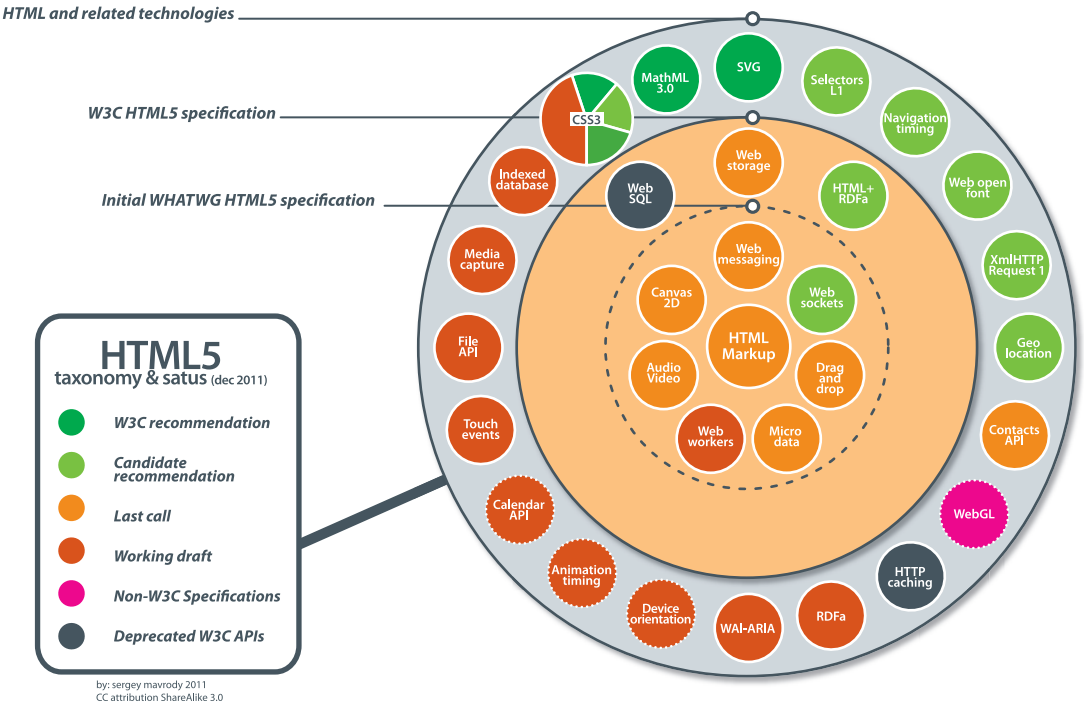


Figura 1 - HTML5 e especificações relacionadas

em XML (*Extensible Markup Language*), seguindo as exigências (sintáticas e de formatação) deste para validação de documentos. A visão da WHATWG (os *browser vendors*, ou seja, na prática quem tem o ónus de consagrar as especificações em algo tangível) acabou por assumir-se como vencedora.

A última especificação completa e em estado de W3C *Recommendation* da linguagem HTML é a versão 4.0.1 (1999), que introduz pequenas correções e alterações sobre a versão 4, de 1998 [2]. Desde então e até ao ano de 2006, o trabalho da W3C sobre o HTML foi praticamente nulo em termos de evolução da linguagem e da tecnologia, preocupando-se essencialmente com a reformatação da linguagem HTML (e funcionalidades existentes) na sintaxe XML – o que exigia, entre outras alterações, o chamado *draconian error handling*: todo e qualquer erro na formatação correta de um documento *Web* (e.g. ordem e encadeamento das *tags* ou o fecho das mesmas) implica que o seu processamento termine e que este seja mostrado como um documento inválido ao utilizador final [3]. Em 2000, atingiu o estado de W3C *Recommendation* a primeira versão desta convergência entre HTML e XML: XHTML (*Extensible Hypertext Markup Language*) 1.0 [4]. Esta primeira especificação incluía um mecanismo de exceção ao *draconian error handling*: os documentos declarados como XHTML (através de "doctype") podiam ser processados de forma menos restritiva, caso fossem enviados do servidor como conteúdo HTML [5]. Posteriormente, a W3C trabalharia na especificação XHTML 1.1, onde elimina o mecanismo de exceção ao *draconian error handling* [6]. Seguiu-se a esta (porém, sem nunca passar do estado *working draft* [7]) a especificação XHTML 2.0, desenhada para ser uma alteração radical: similar, mas sem qualquer esforço no sentido da compatibilidade com conteúdos anteriores.

Discordando macroscopicamente desta abordagem, os *browser vendors* e muitos desenvolvedores optaram por não atribuir muita relevância às especificações W3C referidas anteriormente. Alguns *browsers* simplesmente não suportaram XHTML (considerando-o HTML tradicional), sendo que outros implementaram a especificação na versão 1.0, mas praticamente para constatar que a adoção por parte dos desenvolvedores era baixa (não obstante os documentos serem declarados – através de "*doctype*" – como XHTML, eram servidos – através da identificação MIME *type* – como

→→

HTML "tradicional"). As especificações seguintes (XHTML 1.1 e 2.0) foram largamente ignoradas por desenvolvedores e *browser vendors*, principalmente pelo facto de limitarem o mecanismo de exceção ao *draconian error handling*.

A discordância de *browser vendors* e desenvolvedores foi consolidada a Junho de 2004, num *position paper* [8] apresentado à W3C e entidades interessadas, num *workshop* organizado pela mesma. A Opera Software e a Mozilla Foundation apresentaram a sua visão, defendendo uma evolução do *standard* HTML no sentido de melhor suportar a evolução da *Web*, de simples documentos hiperligados para verdadeiras aplicações, todavia sem descurar a compatibilidade com o conteúdo já existente e deixando para segundo plano a missão árdua de converter a *Web* existente numa *Web* válida perante a sintaxe XML. A visão dos dois *browser vendors* defendia que, como alternativa ao *draconian error handling*, dever-se-ia documentar de forma inequívoca as rotinas de deteção e tratamento dos erros, com o intuito de minimizar as disparidades entre diferentes *browsers*. A posição defendida pela Opera Software e pela Mozilla Foundation foi chumbada numa votação durante o *workshop*, mas as duas entidades decidiram seguir com a sua visão e, juntando outros *players* relevantes (e.g. Apple), criaram o WHATWG com o intuito de concretizar um *standard* alternativo. O grupo, entre outros trabalhos, documentou uma forma normalizada (e compatível com o conteúdo existente) de processar HTML e lidar com os erros na sua formatação, sem nunca sequer propor que um dado documento fosse invalidado e não mostrado ao utilizador por erros no *markup*.

Os esforços do WHATWG foram, sem surpresa, concretizados – afinal, eram os próprios *browser vendors* a normalizar aquilo que implementavam ou colocavam no seu *roadmap*. De forma mais ou menos consciente, a comunidade de desenvolvedores *Web* acabou por também apoiar e fortalecer esta visão, dado que estava, efetivamente, a receber mais e melhores ferramentas, bem como uma perspetiva de evolução. Assim, foi com relativamente pouca surpresa que a W3C (através de um comunicado do próprio Tim Berners-Lee [9]) reconheceu que a sua posição foi um pouco extrema, precipitada e, provavelmente, um erro (constatando também que a especificação XHTML 2 tardava em consolidar-se numa recomendação). Em 2006, passados dois anos de trabalhos totalmente distintos entre a W3C e o WHATWG, Berners-Lee anunciou a criação de um novo grupo de trabalho centrado na evolução do HTML (e não XHTML), que iria não só incorporar o trabalho desenvolvido pelo WHATWG, mas também alguns elementos do grupo.

Hoje em dia, a especificação HTML5 (e relacionadas) caminha a passos largos para atingir o estado de recomendação W3C. Na verdade, existem duas especificações HTML5: a especificação W3C [10](um *snapshot* dos trabalhos da WHATWG, com o intuito de definir claramente o *standard*) e a especificação da WHATWG [11] (que é um *living standard*, i.e., está em evolução constante, sem preocupações de estabilização para constituir uma especificação fechada). Desta forma, os dois organismos garantem simultaneamente a evolução sustentada da especificação, com uma visão de futuro, fundamentada e discutida abertamente, sem comprometer o *time to market* e agilidade na introdução de novas tecnologias relevantes.

3. NOVO DOCTYPE, NOVAS TAGS E ELEMENTOS OBSOLETOS

A primeira grande alteração do HTML 4.01 para o HTML5 está na declaração do "doctype". O "doctype" identifica o tipo de conteúdo, sendo importante para que o *browser* interprete corretamente o documento. Na versão 4.01 existem 3 tipos ("Strict", "Transitional" e "Frameset"), enquanto em HTML5 existe apenas uma declaração: "<!doctype html>".

O HTML5 permite a estruturação semântica das diversas secções de uma página. Com esse intuito, foram criadas tags específicas que não só facilitam a identificação de diferentes áreas do documento, mas também o acesso às mesmas através de JavaScript e CSS.

A figura 2 esquematiza um exemplo de como as diversas secções são identificadas em HTML5. Destas destacamos a *tag* "section", a qual delimita uma área específica de uma

página, a qual poderá ser constituída por um "header" e um "footer", sendo que o conteúdo propriamente dito deverá estar delimitado pela *tag* "article".

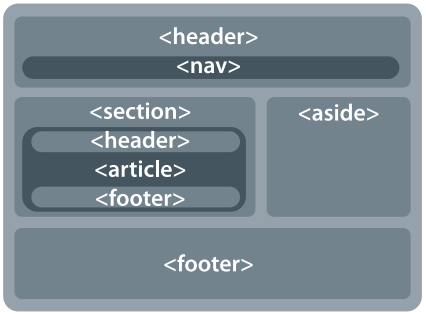


Figura 2 - Definição de áreas de uma página em HTML5

A *tag* "nav" é usada para representar a área da página onde estão os *links* para outras partes do site. As *tags* "progress" e "meter" são novas em HTML5 e são usadas para funções semelhantes: a primeira permite representar o progresso de uma tarefa (por exemplo o progresso de um *download*) e a segunda deverá ser usada para representar um valor específico numa determinada escala (por exemplo o número de respostas certas ou erradas).

Algumas *tags* e atributos presentes em versões anteriores da linguagem foram removidos, ou porque foram substituídas por novas *tags* ou porque em alguns casos a definição de atributos passou a ser realizada ao nível do CSS e não do HTML. *Tags* como "frame", "frameset" e "applet" desapareceram, sendo que esta última passou a ser substituída pela *tag* "embed" ou pela *tag* "object".

4. SELECTORS API, FORMULÁRIOS E VALIDAÇÃO

SELECTORS API, FORMULÁRIOS E VALIDAÇÃO

As novidades trazidas pelo HTML5 têm como finalidade o aumento do potencial da linguagem, associado a uma utilização mais simples e eficiente. Vamos analisar de seguida alguns exemplos das novas potencialidades colocadas ao serviço do programador.

A Selectors API (*Application Programming* interface) permite a utilização de dois métodos para testar ou obter elementos específicos do DOM, através da introdução de um critério de seleção. Enquanto o método "querySelectorAll()" permite obter todos os elementos que cumprem o critério de pesquisa (sendo estes devolvidos numa estrutura do tipo "staticNodeList"), já o método "querySelector()" apenas retorna o primeiro elemento encontrado que cumpre o critério de pesquisa.

Se até aqui a validação do conteúdo de formulários poderia ser uma tarefa complicada, pois a especificação do HTML não contemplava esta funcionalidade, sendo necessário recorrer a métodos em JavaScript para esta tarefa, tudo fica mais simples com a introdução do HTML5.

As principais novidades nesta área prendem-se com novos tipos associados ao elemento "input". Não vamos aqui enumerar todas as possibilidades, mas com o HTML5 é possível especificar tipos de "input" que vão desde a pesquisa, ao telefone, URL (*Uniform Resource Locator*), cor, etc.

Antes de mais, a declaração destes tipos é importante pois a sua interpretação nos *browsers* poderá ser executada de acordo com o tipo de dispositivo. Por exemplo, se um campo for do tipo "url" e outro do tipo "tel" (telefone), o teclado executado para a introdução de dados pode ser diferente em cada uma das situações, neste caso um teclado "QWERTY" no primeiro caso e um teclado "numérico" no segundo caso. O mesmo tipo de adaptabilidade pode ser programada pelos *browsers* para outros tipos do elemento "input".

Como vimos, a correta definição dos tipos de "input" leva a que os *browsers* possam guiar e fornecer as ferramentas adequadas para que o utilizador introduza o tipo de dados esperados.

5. NOVAS API DE COMUNICAÇÃO

NOVAS API DE COMUNICAÇÃO

Os métodos de comunicação eram claramente um dos fatores limitadores na evolução de uma *Web* de meros documentos para uma autêntica *Web* de aplicações. As limitações das especificações HTML e XHTML (bem como questões de segurança) não permitiam (sem recurso a *plug-ins*) métodos de comunicação que dessem respostas eficientes a necessidades crescentes na *Web*: transmissão de áudio/vídeo, atualizações/informação em tempo real, entre outras.

Algumas destas necessidades foram contornadas com recurso à API XMLHttpRequest (conhecida por HTTP API no *standard* ECMAScript) e a algumas explorações mais criativas da mesma, dando origem a exemplos paradigmáticos de uma *Web* de aplicações (e.g. a interface *Web* do serviço GMail). Todavia, a natureza *half-duplex* da mesma, bem como a necessidade intrínseca de transmissão de cabeçalhos a cada pedido, tornavam esta solução pouco eficiente, quer em termos de tráfego, quer em termos de simultaneidade e performance percetível pelos utilizadores. Tendo em mente estas limitações, a WHATWG (e, posteriormente, a W3C) criou uma série de interfaces de comunicação, com um grau razoável de especificidade, permitindo a escolha de uma solução adequada a cada cenário, aumentando a eficiência.

A especificação "Web Messaging" [12] documenta duas API de comunicação com algum grau de semelhança: "Cross-document Messaging "e "Channel Messaging". A API "Cross-document Messaging" permite que documentos no mesmo *browsing context* interajam mutuamente através de um mecanismo de troca de mensagens, i.e. um documento A não terá acesso nem poderá modificar um documento B, mas poderá comunicar com este e suscitar alterações, desde que previstas programaticamente pelo autor de B. Por sua vez, a API "Channel Messaging" permite igualmente a interação entre documentos através de mecanismos de troca de mensagens, porém, sem a restrição da coexistência no mesmo *browsing context*.

A especificação "Server-Sent Events" [13] dá resposta a uma necessidade particular de direcionalidade de comunicação: permite que seja o servidor a enviar algo para o cliente de forma autónoma, sem que seja feito o pedido. Funciona como um mecanismo de notificações do tipo *push*, isto é, o cliente (documento *Web*) subscreve programaticamente um servidor e, a partir desse momento, recebe mensagens (assíncronas) do mesmo.

A especificação "WebSocket" [14] da W3C documenta uma API que implementa o protocolo "WebSocket" especificado pela IETF [15]. Esta fornece aos desenvolvedores um mecanismo de comunicação sem o *overhead* dos cabeçalhos HTTP (tal como os anteriores) e sem a restrição de ser o cliente a pedir a informação ao servidor (tal como na especificação "Server-Sent Events"), trazendo duas características de particular importância para alguns cenários: estabelecer um canal de comunicação *full-duplex* (também persistente e bidirecional) e permitir uma performance percetível próxima de comunicação em tempo real.

Por fim, a especificação "XMLHttpRequest (level 2)" [16] é uma evolução da especificação homónima anterior – um mecanismo de comunicação HTTP, exposto através de uma API que permite aos desenvolvedores a criação de documentos que comuniquem com um servidor (e se atualizem) de forma assíncrona. A esta especificação foram adicionadas novas funcionalidades, sendo as mais relevantes a adição de novos eventos para controlar o progresso da transmissão em caso de mensagens mais longas, e um mecanismo de segurança que permite a um documento comunicar com um servidor num domínio diferente.

6. ARMAZENAMENTO

As aplicações *Web* alcançaram um crescimento acentuado nos últimos anos, sendo que a necessidade de criar aplicações compatíveis com diferentes tipos de dispositivos suportados em sistemas operativos diferentes aumentou ainda mais este crescimento. No entanto estas aplicações sempre tiveram um problema associado: "o que fazer quando o utilizador está *off-line*?"

Com esta nova versão do HTML foi desenhado todo um mecanismo, designado por "ApplicationCache", que permite muito mais do que colocar uma aplicação *Web* a funcionar em modo *off-line*. Resumidamente, o "ApplicationCache" apresenta vantagens em três domínios: possibilita a utilização da aplicação mesmo sem ligação à rede, ao permitir o armazenamento local de recursos a aplicação será mais rápida e por fim permite reduzir a carga no servidor, pois a aplicação apenas necessitará de fazer *download* de recursos uma única vez. A utilização deste recurso é bastante simples, sendo necessária a definição dos recursos que serão guardados na *cache* para acesso *off-line*, o que é feito num ficheiro conhecido por "manifest". Com esta solução, o HTML5 permite que as

aplicações *web* sejam uma solução muito interessante quando se pretende criar uma solução única multiplataforma, em que o desempenho da aplicação e a quantidade de dados transferidos são duas mais-valias para os utilizadores.

Também ao nível do armazenamento e manipulação de dados no lado do cliente existem novidades, graças à especificação do "IndexedDB", sendo a alternativa ideal e recomendada para a estrutura "Web SQL Database" que está obsoleta. Esta última, para além de obrigar a que o programador tivesse conhecimentos de SQL, diminuía a flexibilidade da sua utilização por estar presa a um modelo rígido de dados. Por sua vez, o "IndexedDB", que combina "Web Storage" e "Web SQL", não depende de estruturas de dados, o que combinado com a utilização de índices, suporte de transações e uso de cursores, revela-se uma solução potente e muito interessante para aplicações *on-line* e *off-line*.

O "IndexedDB" tem diversos recursos que permitem por exemplo manipular, pesquisar e filtrar objetos JavaScript, sendo que o armazenamento é efetuado precisamente ao nível desses objetos JavaScript, sendo-lhes atribuídos índices para que as pesquisas e interações sejam efetuadas de forma mais eficiente. O HTML apenas suporta transações, ou seja, todos os comandos devem estar dentro de uma transação e a sua utilização é maioritariamente assíncrona.

Até aqui, sempre que uma página necessitava de armazenar dados no lado cliente eram usadas *cookies*. Para além de serem um método pouco prático para armazenar informação, estas sempre levantaram problemas de privacidade. Com o HTML5 foi criado um mecanismo de armazenamento mais seguro e mais rápido, o "Web Storage". O "Web Storage" permite armazenar maiores volumes de informação sem que o desempenho do site seja prejudicado, pois os dados apenas são transferidos quando solicitados. Quanto à segurança dos dados, cada página apenas pode aceder aos dados por si guardados, sendo que estes são endereçados por chave/valor. Os dados podem ser guardados de forma permanente ou apenas durante uma sessão, isto é, o tipo "localStorage" permite guardar a informação sem data de expiração, enquanto o tipo "sessionStorage" guarda a informação até que o utilizador feche a janela do *browser*.

7. ÁUDIO E VÍDEO

As *tags* "audio" e "video" são porventura uma das novidades mais faladas trazidas pelo HTML5. Com este novo *standard* passou a ser possível não só instanciar elementos do tipo áudio e do tipo vídeo, mas também adicionar controlos e manipulá-los através de Javascript. Ambos os elementos podem ser definidos com múltiplas fontes, o que é uma mais-valia quando se quer ter várias fontes de conteúdos consoante o tipo de dispositivo que os acede, sendo também possível definir mensagens de aviso para o caso dos dispositivos que não suportam nenhuma das fontes definidas.

Tal como em muitos outros casos, a utilização das *tags* de áudio e vídeo através do HTML5 está dependente do suporte de cada um dos *browsers*, o mesmo se passando com os atributos que podem ser usados em cada uma destas *tags*. O principal motivo por que os *browsers* suportam formatos diferentes prende-se com a necessidade de licenciamento dos *codecs* de áudio e vídeo, pelo que o programador deve seguir dois caminhos: ou procura utilizar os *codecs* mais suportados por todos os *browsers* ou então tem que utilizar múltiplas fontes do mesmo conteúdo para que possa servi-los a diferentes *browsers*.

No caso do vídeo, os formatos "WebM" (baseado numa versão do *container* "Matroska") e o "MPEG H.264" são os mais suportados, sendo o codec "Ogg Theora Vorbis" uma alternativa. No caso dos *codecs* de áudio, para além dos conhecidos "WAV PCM", "MP3" e "AAC", existe também a versão "WebM para áudio", designado por "WebM Vorbis", o "Ogg Opus" e o "Ogg Vorbis".
O HTML5 possibilita a gravação de áudio e vídeo e a captura de imagens. Esta possibilidade, na sua forma mais simples, está associada à *tag* "input": quando o atributo "type" é definido como "file" é possível utilizar um segundo atributo para indexar a captura de imagem, vídeo ou som. É possível realizar operações mais complexas em HTML5 envolvendo esta tecnologia, sendo que a sua aplicabilidade associada à iniciativa *Web Real Time Communications* (WebRTC) promete expandir as capacidades da captura de áudio

e vídeo, algo de extrema importância quando pensamos em aplicações móveis de comunicação de áudio e vídeo e, necessariamente, na convergência com o domínio *telco*.

8. SVG, CANVAS E WEBGL

A necessidade da especificação de uma linguagem de vetores, levou a que em 1999 fossem iniciados os trabalhos de especificação de uma nova linguagem pelo W3C que acabaria por culminar no lançamento da especificação "Scalable Vector Graphics" (SVG) em 2001. É uma linguagem que utiliza a sintaxe XML, vetorial (2 dimensões) e que permite a criação de imagens estáticas ou dinâmicas. Por muito tempo a larga utilização da tecnologia Flash levou ao esquecimento do SVG, tendo a introdução do HTML5 levado ao seu ressurgimento.

SVG, CANVAS E WEBGL

A história da tag "canvas" começou em 2004, como uma funcionalidade não-standard utilizada pela Apple na sua versão interna do WebKit (motor de interpretação e rendering HTML, utilizado em browsers como Safari e Google Chrome). Esta funcionalidade foi adotada em 2005 pela Mozilla Foundation no seu motor Gecko (utilizado no browser Firefox e em outras soluções da Mozilla), bem como pela Opera Software em 2006 (no motor Presto, utilizado no browser Opera). Este elemento é utilizado para gerar imagens em 2D ou imagens bitmap, sendo possível criar imagens dinâmicas quando utilizado em conjunto com JavaScript. A sua passagem para um *standard* do WHATWG não foi pacífica, pois a Apple reivindicava direitos sobre a tecnologia, o que é contrário à política dos *standards* livres, acabando no entanto por ser libertado pela Apple.
Ao contrário do SVG, que delega no *browser* o desenho, o Canvas delega na API a tarefa de gerar os gráficos, sendo no primeiro caso considerada uma linguagem de alto nível e no segundo de baixo nível. No caso do SVG, sempre que o atributo de um objeto é alterado, o *browser* pode repercutir essa alteração de imediato na imagem gerada, pois esse elemento faz parte do DOM. Já no caso do Canvas, o desenho dos elementos não está associado ao DOM do documento, pelo que é necessário utilizar funções em JavaScript para afetar a imagem gerada.
Como já vimos, o Canvas permite a criação de gráficos 2D ou imagens. Com a iniciativa *Web Graphics Library* (WebGL) foi possível criar uma API em JavaScript que expande esta *tag* e tem na possibilidade do *browser* gerar gráficos em 3D sem a necessidade de *plug-ins*, a sua grande novidade. As capacidades desta biblioteca podem ser experimentadas na maioria dos *browsers* atualmente com maior expressão no mercado, com exceção do *Microsoft Internet Explorer*.

9. NOVAS API APLICACIONAIS

Não obstante a criatividade das soluções encontradas por desenvolvedores para contornar as limitações inerentes ao HTML, a distinção entre as aplicações *Web* (codificadas com tecnologias *Web* e executadas, tipicamente, no contexto do *browser*) e as aplicações nativas (com recurso às API do sistema operativo) sempre foi mais ou menos óbvia, sendo evidentes as limitações das aplicações *Web*. Com essas limitações em mente e, principalmente, constatando que os próprios desenvolvedores empurravam cada vez mais a *Web* para fora da dimensão meramente hipertextual, a WHATWG referiu (aquando da sua criação) que o seu objetivo principal passava por estender o *standard* HTML existente (4.0.1, na altura) no sentido de suportar as necessidades dos desenvolvedores (*markup* e API ricas para servirem de base à criação de aplicações).

NOVAS API APLICACIONAIS

Uma das grandes limitações nas aplicações *Web* era o facto de toda a lógica implementada do lado do cliente ser executada numa única *thread,* a mesma responsável por, entre outras funções, mostrar o documento HTML ao utilizador. Não obstante ser uma limitação aceitável no contexto de uma *Web* de documentos, onde a lógica *client-side* é mínima, este facto condicionou muito do desenvolvimento de aplicações, levando a soluções que tipicamente passavam por colocar todo o processamento intensivo num servidor. Todavia, com a evolução do poder de processamento nos clientes e também dos motores de interpretação nos *browsers*, a possibilidade de delegar algum processamento mais intensivo para os clientes faz cada vez mais sentido.

Como forma de dar resposta a estas necessidades, surge a especificação "Web

Workers" [17] – uma API para a criação, manipulação e comunicação com *worker threads*, às quais o desenvolvedor poderá delegar atividades de processamento mais intensivo, sem que estes bloqueiem ou prejudiquem a experiência do utilizador final com o documento *Web*. Os "Web Workers" não possuem acesso ao contexto do documento *Web* que o criou, pelo que não podem alterar diretamente o mesmo. Todavia, a comunicação entre a *worker thread* e o documento principal é possibilitada por um mecanismo de troca de mensagens.

Outra das limitações (a um nível mais conceptual) era o facto das aplicações *Web* serem quase exclusivamente desenhadas para execução num ambiente *on-line*. O controlo que os desenvolvedores tinham sobre a experiência de um utilizador com a sua aplicação na ausência de conectividade era praticamente nulo (mesmo que esta não necessitasse de requisitar informação a algum elemento na Internet), dado que os mecanismos de *cache* eram controlados de forma quase arbitrária pelo sistema operativo, *browser* e definições do utilizador final. Esta limitação foi endereçada no contexto do HTML5 através da especificação "Offline *Web* Applications" [18], que fornece aos desenvolvedores uma forma de controlo sobre quais os elementos da página deverão ser guardados em *cache* (através de um ficheiro *manifest*) e também das novas formas mais avançadas de armazenamento de informação .

Existe atualmente uma forte tendência para a adoção do HTML5 e das tecnologias *Web* em geral, como linguagem e ambiente de desenvolvimento/execução de aplicações compatíveis com as diversas plataformas existentes no mercado. No limite, as tecnologias *Web* são recomendadas como o ambiente de desenvolvimento preferencial em alguns sistemas operativos, desenhados especialmente para dispositivos móveis (e.g. "WebOS", desenvolvido pela Palm, depois HP e atualmente "Open webOS"; "Boot to Gecko", desenvolvido pela Mozilla Foundation e agora denominada Firefox OS).
Este movimento é motivado essencialmente pelo facto de muitos desenvolvedores possuírem algum conhecimento sobre tecnologias *Web*, mas também pela evolução das referidas tecnologias. Assim, algumas das adições agregadas ao HTML5 (mesmo fazendo parte de outras especificações) vão no sentido de tirar partido de algumas funcionalidades tipicamente associadas às aplicações nativas dos dispositivos móveis, de novo extravasando a dimensão meramente documental da *Web* e fornecendo-lhe ferramentas similares às existentes nos ambientes nativos [19]. Alguns exemplos das referidas adições são:

- API de Georreferenciação [20]: informação de posicionamento espacial absoluto, agnóstica à tecnologia utilizada;
- API de Orientação do Ecrã [21]: permite ao desenvolvedor associar lógica e adaptar a interface à orientação espacial do dispositivo – horizontal ou vertical;
- API "Touch Events" [22]: despoleta eventos (e permite associar lógica aos mesmos) associados à manipulação de ecrãs tácteis.

CONCLUSÕES

A forma como as pessoas comunicam tem vindo a mudar profundamente ao longo das últimas décadas: o uso do *email*, por exemplo, está a decair fortemente entre as gerações mais jovens, que privilegiam o *chat* em tempo real e a partilha de conteúdo. Assim, os operadores têm cada vez mais clientes *on-line*, cada vez mais tempo, em direção a uma lógica de *online* permanente.
Estudos apontam para que, já em 2015, 80% das aplicações *mobile* desenvolvidas sejam híbridas ou mesmo totalmente *Web* [23], o que reforça a relevância do HTML5 no contexto das operações dos operadores, que necessariamente têm de encontrar formas de oferecer serviços *cross-platform* através de canais de distribuição abertos, mantendo a integração com os seus próprios sistemas e modelos de negócio. Todavia empresas como Microsoft, Facebook e Google estão naturalmente interessadas em integrar as comunicações diretamente nos seus produtos e serviços, excluindo cada vez mais fortemente o paradigma *telco* das suas abordagens.

O "WebRTC" é atualmente uma *framework open source* [24] que a Google tem vindo a propor para normalização no seio do W3C e IETF [25] [26], com suporte ativo de múltiplas organizações, incluindo Microsoft, Mozilla e Opera. Através de API JavaScript que expõe toda a funcionalidade HTML5, a tecnologia WebRTC permite comunicação *peer-to-peer*

áudio e vídeo (e dados em geral) em tempo real entre *browsers Web*, sem recurso a *plug-ins* adicionais.

É neste contexto que WebRTC e HTML5 assumem uma importância crucial nos cenários de médio prazo, encerrando um conjunto de oportunidades e ameaças a que os operadores não podem ficar alheios, podendo mesmo vir a constituir um *enabler* para estratégias evolutivas que simplifiquem as suas infraestruturas, redefinam as suas operações e renovem o seu posicionamento no mercado.

O HTML5 e tecnologias que lhe estão associadas apontam para uma *Web* renovada, suportando aplicações avançadas e ubíquas, ricas e interativas, proporcionado user experience similar às das aplicações nativas. Os serviços de *Cloud Computing* tais como SaaS (*Software as a Service*) e PaaS (*Platform as a Service*) conferem ainda mais dinâmica a esta rápida evolução dos *standards web*.

Mais do que nunca, vislumbra-se um futuro da *Web* em que se esbate a barreira entre o que é local e o que está "na rede".

REFERÊNCIAS

[1] - http://www.w3.org/TR/html-design-principles/
[2] - http://www.w3.org/TR/html401/
[3] - http://www.w3.org/html/wg/wiki/DraconianErrorHandling
[4] - http://www.w3.org/TR/xhtml1/
[5] - http://www.w3.org/TR/xhtml1/#guidelines
[6] - http://www.w3.org/TR/xhtml11/
[7] - http://www.w3.org/TR/xhtml2/
[8] - http://www.w3.org/2004/04/webapps-cdf-ws/papers/opera.html
[9] - http://dig.csail.mit.edu/breadcrumbs/node/166
[10] - http://www.w3.org/TR/html5/
[11] - http://whatwg.org/html
[12] - http://www.w3.org/TR/webmessaging/
[13] - http://www.w3.org/TR/eventsource/
[14] - http://www.w3.org/TR/websockets/
[15] - http://tools.ietf.org/html/rfc6455
[16] - http://www.w3.org/TR/XMLHttpRequest/
[17] - http://www.w3.org/TR/workers/
[18] - http://www.w3.org/TR/html5/offline.html
[19] - http://www.w3.org/2009/dap/
[20] - http://www.w3.org/TR/geolocation-API/
[21] - http://www.w3.org/TR/screen-orientation/
[22] - http://www.w3.org/TR/touch-events/
[23] - http://www.gartner.com/technology/reprints.do?id=1-1AAJYX9&ct=120427&st=sb
[24] - http://www.webrtc.org/
[25] - http://dev.w3.org/2011/webrtc/editor/webrtc.html
[26] - http://www.w3.org/2011/04/webrtc-charter.html

CV dos autores

CV DOS AUTORES

Paulo Reis, licenciado em Novas Tecnologias da Comunicação pela Universidade de Aveiro. Iniciou o seu percurso profissional na PT Inovação como estagiário, trabalhando na área de televisão interativa. Atualmente é colaborador da PT Inovação na divisão de Mobilidade, Colaboração e Interatividade (Direção de Inovação Exploratória) e doutorando em Informação e Comunicação em Plataformas Digitais pela Universidade de Aveiro em conjunto com a Universidade do Porto. A sua atividade divide-se em projetos de investigação internos e internacionais, focando-se essencialmente na investigação e demonstração de novos paradigmas de interação, mobilidade e colaboração.

Fernando Milagaia, licenciado em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra em 2005 e Mestre em Engenharia Informática pela mesma Universidade em 2007. Iniciou-se profissionalmente no desenvolvimento de sistemas de informação para a educação e saúde, tendo ingressado na PT Inovação em 2005, onde trabalhou no âmbito do projeto AMORA. Participou nos projetos europeus porTiVity (Portable Interactivity) e Games@Large, ambos no âmbito do 6º programa-quadro de investigação (FP6). Integra a equipa que implementou e mantém o portal Sapo Scratch, tempo por base o trabalho desenvolvido pelo Lifelong Kindergarten group do MIT Media Lab. Atualmente colabora na divisão de Mobilidade, Colaboração e Interatividade, na área de Inovação Exploratória, onde a sua atividade se centra na coordenação e desenvolvimento de projetos relacionados com as temáticas *Web* 2.0 e Mobilidade.

Sérgio Freire, licenciado e mestrado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações, com pós-graduações em Sistemas de Informação e Redes de Comunicação. Em 2001 iniciou a sua atividade na PT Inovação, tendo até 2011 a área de Messaging (S|MMS, instant e unified messaging) sido o seu enfoque, desde conceção, desenvolvimento e coordenação. Especialista em integração com os mais diversos sistemas e tecnologias. Desde 2012 desempenha funções de consultoria tecnológica. Múltiplos interesses, desde novas tecnologias em geral, HTML5, linguagens de programação, Linux, cloud computing, high-performance, frameworks, networking, protocolos, open-source. Adepto fervoroso da criatividade e da tecnologia.
Publicações diversas, incluindo na Usenix. Premiado múltiplas vezes no evento Codebits.

Fausto de Carvalho, licenciado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. O seu percurso no CET e PT Inovação está especialmente ligado à área da Interatividade e dos Serviços e Tecnologia Multimédia, incluindo a participação em múltiplos projetos de I&D nacionais e internacionais. Depois de um profundo envolvimento na introdução do serviço IPTV Meo, é atualmente responsável pela divisão de Mobilidade, Colaboração e Interatividade na Direção de Coordenação Tecnológica e Inovação Exploratória da PT Inovação. A sua atividade centra-se na exploração, desenvolvimento e demonstração de tecnologias emergentes, novos paradigmas de interação e user experience, em particular através da realização de provas de conceito e protótipos de aplicações e serviços colaborativos multiplataforma em contexto de mobilidade.

4 NGM2M

palavras chave

Arquitetura, IoT, M2M, SDF, Serviços.


DANIEL CORUJO


FILIPE PINTO


DIOGO GOMES


PAULO CHAINHO


FERNANDO SANTIAGO


NUNO PÁSSARO

Todos os indicadores apontam para um crescimento exponencial das comunicações máquina-a-máquina. A utilização da informação de uma panóplia de sensores, associada ao uso dos mais diversos atuadores, permite a criação de um mundo novo de aplicações que abrange os mais distintos sectores de atividade. Os ganhos operacionais, a economia de custos e a reinvenção de processos são alguns dos fatores-chave que contribuirão para a adoção deste novo paradigma. Atentos a este mercado, os operadores de telecomunicações multiplicam-se atualmente em iniciativas e estratégias para se posicionarem de forma mais abrangente na cadeia de valor, com o objetivo de suportar novos serviços diferenciadores que vão muito para além da simples disponibilização de conectividade. Este artigo visa a apresentação da arquitetura de uma plataforma horizontal de criação e disponibilização de serviços M2M, definida tendo por base os objetivos dos projetos Apollo e IoT.est, colmatando o fosso existente entre os diversos serviços e a heterogeneidade de redes e dispositivos, estimulando assim a criação de novos negócios.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Assistimos atualmente à massificação de dispositivos com capacidades de comunicação, dando suporte à realização da Internet das Coisas (IoT — *Internet of Things*). Existe uma revolução em curso suportada por máquinas interligadas que podem interagir sem intervenção humana, fornecendo diferentes tipos de informação e permitindo a oferta de conteúdos personalizados e experiências aumentadas a um número crescente de clientes cada vez mais exigentes.

As comunicações máquina-a-máquina (M2M) abrem as portas a um novo mundo de negócios inovadores, transversais aos mais diversos setores de atividades, de onde se salientam as áreas de telemetria, saúde, transporte, manutenção e controlo remotos e, por último, segurança. Os operadores de telecomunicações precisam de acelerar o seu ritmo se quiserem liderar a transformação potenciada por este novo mercado. Têm de se tornar os principais intervenientes no ecossistema M2M, facilitando a criação de novos negócios, independentemente do campo de ação. Para que tal aconteça, os operadores de telecomunicações necessitam de evoluir as suas redes para que suportem a criação rápida de novos serviços, assentes em redes distribuídas, facilitando a ligação transparente de dispositivos heterogéneos, enquanto asseguram a compatibilidade com as diretivas normativas.

Este artigo propõe uma arquitetura orientada ao serviço capaz de suportar a construção de uma nova geração de aplicações M2M transversais aos mais diversos sectores de atividade, assegurando a realização de uma ampla gama de novos negócios e alavancando os esforços atuais de normalização.

A estrutura do artigo está dividida da seguinte forma: a secção 2 apresenta o atual estado da arte, evidenciando as tendências normativas; na secção 3 é apresentada a arquitetura proposta, realçando a importância das estruturas de criação e entrega de serviços em ambientes M2M; por fim, a secção 4 sumariza as principais conclusões e apresenta o trabalho futuro.

2. ESTADO DA ARTE EM ARQUITETURAS M2M

2.1. NORMAS

As comunicações M2M têm vindo a ser especificadas pelos organismos de normalização, sendo de destacar os trabalhos realizados pelo 3GPP [1] e pelo ETSI [2]. É importante realçar também a tendência normativa representada pelo oneM2M que pretende harmonizar as contribuições ao nível da camada de serviço das diferentes organizações normativas [3].

2.1.1. 3GPP

No âmbito das atividades de normalização do 3GPP, tem-se assistido ao desenvolvimento de novas especificações técnicas, bem como à melhoria e incremento da especificação de mecanismos já existentes. Assente na estratégia de rentabilizar a infraestrutura e redes de acesso definidas no âmbito do operador, o 3GPP não considera a criação de uma nova arquitetura, mas alia e desenvolve capacidades M2M sobre os sistemas existentes de faturação, endereçamento, tipos de comunicação, conectividade de terminais de baixa mobilidade e de localização fixa [4]. Por outro lado, são especificadas novas condições e alterações às normas existentes, permitindo a

operacionalização de grandes números de subscritores e respetivos dados, na rede, utilização em massa de serviços M2M, bem como o impacto de otimizações de segurança resultantes da adição destes mecanismos.

O esforço incremental de desenvolvimento dos sistemas 3GPP no suporte a comunicações MTC (*Machine Type Communications*) tem salientado sobretudo a otimização dos recursos da rede [4] e a utilização de identificadores de dispositivos, alternativos aos comuns números de telefone [5].

Neste âmbito, como é observável na Figura 1, o 3GPP está a focar o seu impacto nas considerações associadas ao provisionamento de acesso à rede por parte de terminais ligados, para utilização de serviços de transporte de dados ou de mensagens de sinalização.

Neste enquadramento de MTC [6], o MTCu providencia o acesso dos dispositivos a uma rede 3GPP, utilizando para tal a interface MTCi, que constitui o ponto de referência que permite a um servidor MTC ligar-se à rede 3GPP utilizando os respetivos serviços de conexão. Em simultâneo, é também disponibilizado um ponto de referência, MTCsms, para permitir que esta ligação seja feita utilizando o serviço de SMS.

Desta forma, a especificação do 3GPP enquadra sobretudo o desenvolvimento de uma solução interoperável com a arquitetura celular existente, mas permitindo a inovação de produtos e a expansão para novos mercados e reduzindo o custo associado através da evolução incremental das normas existentes ao satisfazer as normas regulatórias essenciais.



Figura 1 - Arquitetura Genérica M2M do 3GPP

2.1.2. ETSI

ETSI

A arquitetura funcional para comunicações M2M foi recentemente especificada [7]. Tal como exposto na Figura 2, a arquitetura M2M engloba dois domínios: o *Network Domain* e o *Device and Gateway Domain*.
O domínio *Network Domain*, tal como definido na norma, engloba várias entidades, sendo de destacar os seguintes elementos: M2M *Applications*, M2M *Service Capabilities*, *Core* e *Access Network*.
A *Core Network* e a *Access Network* asseguram às aplicações o acesso à informação e aos atuadores. A parte *Core* disponibiliza conectividade IP, garantindo também ligações a outras redes. A *Access Network* inclui redes como xDSL, GERAN, UTRAN, eUTRAN, W-LAN ou WiMAX, e permite a comunicação das entidades do *Device and Gateway Domain* com a *Core Network*.

O elemento M2M *Service Capabilities* disponibiliza um conjunto de funções de interesse para as mais diversas aplicações expostas através de interfaces bem definidas. As M2M *Applications* são aplicações que correm a lógica de serviço criando mais-valias para utilizadores ou máquinas.
No *Network Domain* existem ainda mais duas entidades funcionais: a entidade *Network Management Functions*, que executa todas as tarefas de gestão relacionadas com as redes de comunicação, e a entidade M2M *Management Functions*, que engloba todas as funcionalidades requeridas para efetuar a gestão das M2M *Applications* e M2M *Service Capabilities*.
O domínio dos dispositivos M2M, M2M *Device*

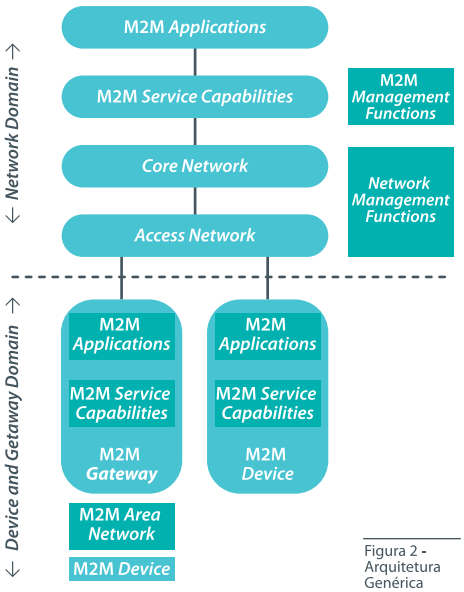


Figura 2 - Arquitetura Genérica M2M do ETSI

and Gateway Domain, é composto por três entidades. A primeira denomina-se por M2M *Device* e não é mais do que um dispositivo que corre aplicações M2M usando as funcionalidades disponibilizadas pelo M2M *Service Capabilities* do domínio de rede. A segunda entidade, as M2M *Gateways*, são equipamentos que, para além de poderem correr aplicações M2M, se servem das M2M *Service Capabilities* para assegurar a interligação de M2M *Devices* e garantir a ligação ao *Network Domain*. Podem ainda conter lógica de forma a ativar processos autónomos baseados na recolha e no tratamento de um conjunto variado de informação, tal como aquela originada pelos sensores. Finalmente, a M2M *Area Network* assegura a ligação entre os diferentes M2M Devices e as M2M *Gateways*. Tecnologias como o Zigbee ou o Bluetooth são exemplos bem conhecidos de M2M *Area Network*.

2.1.3. OneM2M

oneM2M

O mercado M2M é considerado bastante apetecível em todas as geografias. Não é por isso de estranhar a fragmentação normativa a que o M2M tem vindo a ser sujeito. Para evitar a criação e consolidação de normas concorrentes, os diferentes organismos de normalização juntaram os seus esforços de forma a criar uma norma única para o M2M. Nasceu assim, no final do mês de Julho, a iniciativa oneM2M [3]. A iniciativa oneM2M centrará os seus esforços normativos na camada de serviço, pretendendo consolidar as diferentes abordagens existentes. Visa ainda a colaboração com outros organismos de normalização que intercetem a área do M2M (Figura 3). A iniciativa oneM2M ajudará assim a impulsionar a indústria em todos os setores de atividade, assegurando uma redução dos custos de investimento e operacionais e promovendo uma entrada mais rápida dos serviços neste novo mercado.

2.2. COMUNIDADE CIENTÍFICA

COMUNIDADE CIENTÍFICA

Atualmente a comunidade científica encontra-se a analisar questões de acesso agnóstico aos dados gerados por dispositivos M2M, soluções para os mecanismos de identificação, endereçamento e encaminhamento, níveis e qualidade de serviço, segurança e intercomunicação através de diferentes tecnologias de redes de acesso.

Neste âmbito enquadram-se dois grandes grupos de soluções, considerando arquiteturas incrementais e disruptivas.

No primeiro caso, os novos mecanismos desenvolvidos no âmbito M2M são considerados a partir da evolução de arquiteturas e procedimentos existentes, com o objetivo de reaproveitar tecnologias existentes e adaptá-las aos novos cenários introduzidos pelo M2M. Assim, para além da apresentação dos requisitos e funcionalidades fornecidas por soluções deste tipo [8][9], existe uma clara preocupação na sua integração com infraestruturas existentes considerando, a título de exemplo, arquiteturas de monitorização [10], de composição de serviços [11] e de atribuição de recursos rádio em redes LTE [12]. Este princípio incremental tem, no entanto, a desvantagem de oferecer resistência à introdução de reformulações arquiteturais profundas, que implicariam uma restruturação do foro sistémico existente, requerendo a adoção de soluções para questões envolvendo problemas resultantes de inadequação arquitetural face a estes novos cenários.

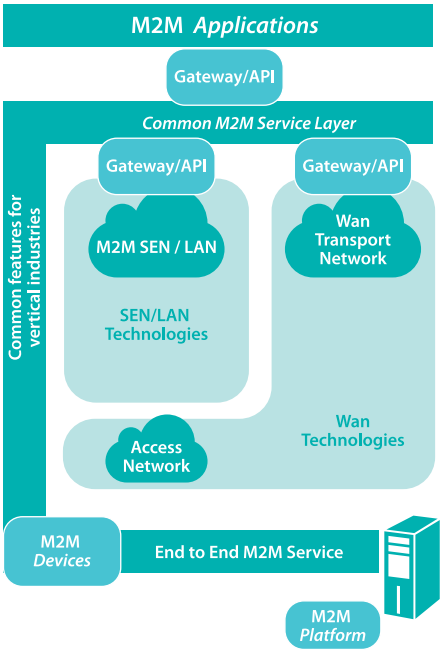


Figura 3 - Arquitetura Genérica M2M do oneM2M

No segundo caso é quebrada a relação estreita com arquiteturas já existentes (tanto a nível de serviços como de infraestrutura de comunicação), permitindo a adoção de novos mecanismos e conceitos arquiteturais. Neste âmbito, enquadram-se as soluções orientadas à *Future Internet*, onde os desafios associados aos requisitos de utilização futura da Internet transcendem os alicerces da Internet atual e estabelecem as bases para a definição de novos mecanismos e soluções. Desta forma, estas soluções podem oferecer novas considerações que abordam, de uma forma holística, os problemas da Internet atual, otimizando o funcionamento e enquadramento de novas tecnologias, como o M2M. Exemplos destes sistemas fornecem a idealização de mecanismos de comunicação mais eficientes [13], arquiteturas de mobilidade em redes heterogéneas sem fios [14], eficiência energética [15] e o acesso em massa a dispositivos compondo uma *Internet of Things* [16]. No entanto, neste tipo de soluções disruptivas, é comum verificarem-se alguns desenquadramentos relativamente a tecnologias existentes, obrigando frequentemente à adoção de novas arquiteturas e processos, tornando-as menos apelativas do ponto de vista de negócio. Deve-se no entanto notar que estas soluções oferecem uma nova visão sobre potencialidades futuras, bem como fornecer respostas a muitos problemas associados à arquitetura inicial da *Internet*.

ARQUITETURA ORIENTADA AOS SERVIÇOS

3. ARQUITETURA ORIENTADA AOS SERVIÇOS

3.1. CONCEITOS SOA

CONCEITOS SOA

Uma arquitetura orientada ao serviço (SOA – *Service Oriented Architecture*) pretende dar resposta às necessidades de crescimento de sistemas heterogéneos, possivelmente distribuídos, assegurando no entanto a sua escalabilidade e flexibilidade. Uma abordagem SOA não especifica uma arquitetura em concreto, mas serve de orientação à definição de uma arquitetura em particular.

Uma arquitetura orientada ao serviço possibilita o enfoque no negócio, abstraindo-o através da criação de serviços. Assim, um sistema SOA pretende estruturar sistemas distribuídos de grandes dimensões possibilitando a abstração de regras e funcionalidades do negócio de uma forma agnóstica à tecnologia.

Um dos pilares do SOA é garantir um alto nível de interoperabilidade, permitindo a ligação de diferentes serviços num ambiente altamente heterogéneo. Por outro lado, os ambientes SOA têm de garantir o fraco acoplamento entre os diferentes serviços de forma a minorar ao máximo as possíveis dependências.

3.2. SDF

Os operadores de telecomunicações têm vindo a adotar novos paradigmas de entrega de serviço, baseadas em SOA, de forma a responderem aos desafios e ameaças levantadas pelos *Over-The-Top*, tais como Google, Skype ou Facebook. O *Service Delivery Framework* (SDF) representa a aplicação dos conceitos SOA ao mundo das telecomunicações, agilizando toda a gestão do ciclo de vida dos serviços e facilitando a criação de novos negócios. O SDF disponibiliza um ambiente de execução de serviços, repositórios de dados e um conjunto de *enablers* normalizados acessíveis a quaisquer aplicações.

Em termos técnicos, existe um conjunto de capacidades fornecidas pelos diferentes *service enablers* que são consumidos através de API publicadas no *service bus*. O *service bus*, por sua vez, atua como mediador em todas as interações entre os fornecedores e consumidores, garantindo um grande nível de interoperabilidade, mas assegurando, em simultâneo, a baixa dependência entre serviços. Os *service enablers* encapsulam diferentes tipos de recursos, tais como recursos de rede (e.g. IMS, SMSC), recursos de suporte à operação e ao negócio (e.g. *Online Charging Systems*) e ainda recursos fora do âmbito do operador, tais como *gateways* de terceiros (e.g. *Facebook Connect*). Um SDF incorpora as suas próprias ferramentas de gestão, denominadas por *Service Delivery Support Services* (SDSS), que são usados de forma a garantir uma gestão consistente do ciclo de vida dos serviços, incluindo a conceção, desenho, implementação, operação e remoção.

3.3. ARQUITETURA NGM2M

Os operadores de telecomunicações

SDF

ARQUITETURA NGM2M

necessitam de evoluir os seus sistemas de telecomunicações de forma a assegurarem um papel preponderante neste novo mundo de objetos ligados. A massificação das comunicações M2M irá alavancar o aparecimento de novos mercados que necessitam de um grande nível de flexibilidade na gestão dos novos serviços, que serão transversais às mais diversas áreas de negócio.

A arquitetura proposta de M2M de próxima geração (NGM2M) pode ser vista na Figura 4.

Ambiente de Criação de Serviços

Numa arquitetura SDF, o Ambiente de Criação de Serviços (SCE — *Service Creation Environment*) é a componente que disponibiliza um conjunto de funcionalidades que permite a criação rápida de serviços, promovendo assim a realização de novos negócios. Esta característica é particularmente relevante num ecossistema M2M devido à grande dinâmica do mercado e à interação expectável entre a multiplicidade de sensores, atuadores e novos serviços.

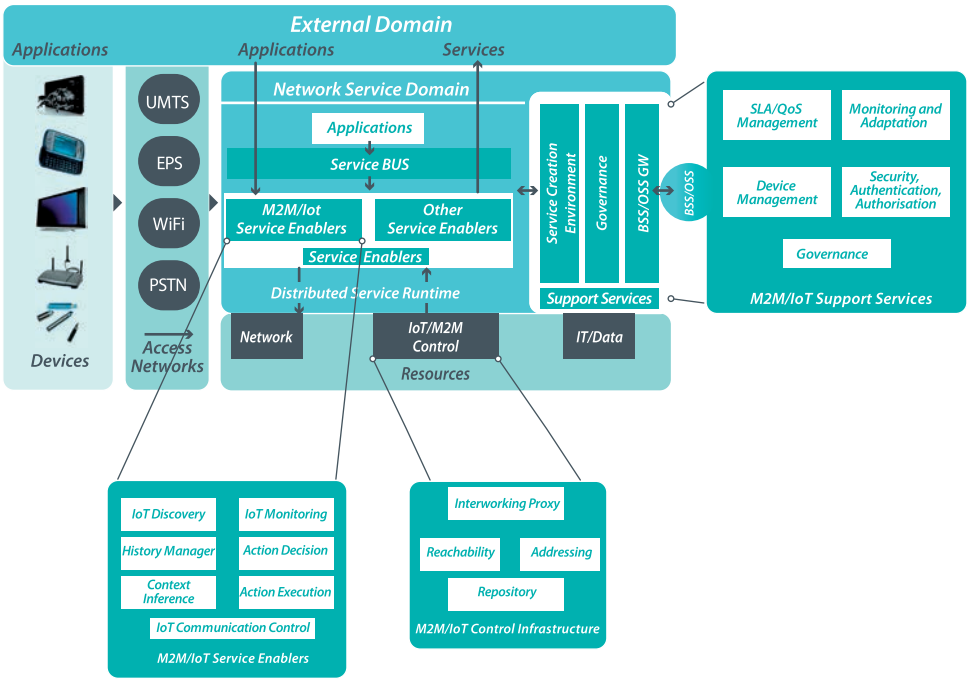
O SCE na arquitetura NGM2M prevê a utilização de linguagens de controlo de fluxo, tais como o BPEL ou BPMN2, ou através da criação de regras (e.g. *Drools*). Estas tecnologias são um suporte fundamental à criação de serviços pois, quer pela simplicidade inerente às linguagens usadas na criação de regras, quer pela possibilidade da utilização de editores gráficos de fluxo, asseguram a simplicidade na conceção de novos produtos. Desta forma, um especialista na área de negócio não necessita de ter um conhecimento técnico aprofundado para criar novas aplicações e desenvolver assim novos negócios.

Execução de Serviços

A execução de serviços M2M pressupõe a existência de uma nova gama de **dispositivos**, onde se encontram toda a panóplia de sensores e atuadores. Este amplo conjunto de novas máquinas com capacidade de comunicação irá fomentar o enriquecimento da oferta de aplicações nas arquiteturas orientadas ao serviço.

A arquitetura proposta pressupõe também a existência de um conjunto de novos ***enablers*** capazes de assegurar o acesso eficaz à informação sensorial e à execução de ações suportadas pelos atuadores. O *enabler* IoT Discovery expõe os serviços M2M às

Figura 4 - Arquitetura NGM2M



entidades interessadas, fazendo a ponte entre fornecedores e consumidores. Este enabler disponibiliza ainda uma descrição completa das interfaces associadas, bem como das funcionalidades expostas pelos serviços. É também necessária a existência de um *enabler* para assegurar a preservação da informação considerada relevante. Assim, nesta arquitetura é proposto o *History Manager* que utiliza políticas específicas para controlar o arquivo dos dados. Este elemento interage com os elementos envolvidos na comunicação de forma a ter acesso à informação. Uma das questões críticas das comunicações M2M é a do volume da informação trocada. Assim, é aqui proposto o *enabler* IoT *Monitoring* que supervisionará a ocorrência de determinados eventos ao nível dos recursos, impedindo assim a congestão do *bus* pelos dados trocados entre aplicações. A informação para ter valor precisa de ter significado. Nesta arquitetura é proposto o *enabler* Context Inference que tem como principal incumbência analisar e dar sentido à informação básica captada pelos sensores, inferindo informação de contexto de mais alto nível e disponibilizando-a para entidades interessadas. É importante realçar que este elemento suporta diferentes mecanismos de *reasoning* de maneira a suportar um leque abrangente de necessidades informativas. O *enabler* Action Decision tem como principal tarefa efetuar em tempo real o processamento da informação recebida das diferentes entidades do sistema, influenciando assim o desenrolar da lógica de serviço. Estas ações são posteriormente concretizadas pelo elemento Action Execution, que executa as funcionalidades requeridas. Por fim o elemento Communication Control engloba todas as funcionalidades relacionadas com a gestão das comunicações entre os dispositivos e as plataformas de serviço. Assim, este *enabler* controla o estabelecimento, modificação e eliminação dos canais de transporte. Tem também como tarefa assegurar a encriptação e a integridade da informação trocada entre os diferentes elementos. Para além disso, assegura a atomicidade das transações efetuadas, possibilitando repor o estado em que se encontrava em caso de falha parcial. Este *enabler* serve ainda para selecionar a interface de comunicação sempre que os dispositivos disponham de mais do que uma tecnologia de acesso. Por fim, o Communication Control permite os modelos de comunicação da forma *request/response* bem como de *publish/subscribe*.

A integração das comunicações máquina-a-máquina numa arquitetura SDF implica também a existência de determinados elementos que executem o **controlo dos recursos M2M**. Assim, propõe-se a existência da entidade Interworking Proxy para garantir a ligação entre dispositivos e *gateways* que sigam diferentes normas ou especificações e as plataformas de serviço do operador, assegurando assim a sua interoperabilidade. Sabendo-se que tipicamente existem grandes constrangimentos energéticos nas *gateways*, mas sobretudo nos dispositivos, recomenda-se a existência do elemento Reachability. Esta entidade assegura a existência de notificações, quer à plataforma do operador, quer a serviços interessados, contendo informação relativa ao estado dos dispositivos e *gateways*, podendo ainda especificar o agendamento para as suas ativações futuras. Uma questão importante que se coloca quando se lida com sensores capazes de comunicar através de diferentes interfaces é a do seu endereçamento. A entidade Addressing pretende controlar os endereços de rede dos diferentes dispositivos e *gateways* garantindo assim a sua acessibilidade. Por fim, é necessário garantir que a informação trocada não é perdida. Para isso é indispensável a existência do elemento Repository que armazena em tempo real a informação que flui na rede. Esta informação pode posteriormente ser acedível por consumidores autorizados.

Por fim, é necessário evoluir os ***Support Services*** de forma a garantir uma gestão fiável do ciclo de vida dos serviços IoT. O elemento funcional SLA/QoS Management é responsável por assegurar o cumprimento dos compromissos assumidos pelo operador de telecomunicações com os seus clientes relativos às condições de entrega dos serviços M2M. A entidade Monitoring and Adaptation tem a seu cargo a monitoria dos serviços M2M, permitindo a sua adaptação em resposta a modificações de contexto. No universo M2M, uma tarefa de grande importância passa pela possibilidade de configurar remotamente todos os dispositivos. Assim, o elemento funcional Device Management disponibiliza um conjunto de utilitários que permite efetuar a

gestão remota de sensores e atuadores. De forma a lidar com questões relacionadas com segurança M2M é proposto o elemento funcional Security, Authentication and Authorisation. É aqui que se executam os procedimentos relativos à gestão dos direitos de acesso aos recursos IoT. Por fim, o elemento funcional Governance impõe um comportamento consistente para todos os serviços IoT durante o seu ciclo de vida.

Cenário

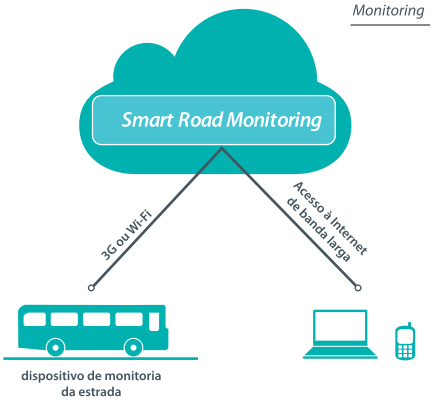
Uma das áreas onde as comunicações M2M poderão ter um papel preponderante será no domínio das cidades inteligentes (*Smart Cities*). Existe uma procura crescente de modelos de gestão das cidades que potenciam maior eficiência, redução de custos, sustentabilidade e qualidade de vida para os cidadãos. Neste contexto, as tecnologias de informação e comunicação, assumem um papel cada vez mais importante na oferta de serviços públicos mais eficientes e interativos, contribuindo para o incremento da qualidade da informação prestada aos cidadãos e para uma melhor e mais esclarecida tomada de decisão de gestão das infraestruturas e recursos. As comunicações máquina-a-máquina e a "Internet das Coisas" (IoT), constituem uma nova realidade que trará às cidades e aos seus cidadãos inúmeros benefícios, possibilitando a recolha de informação de dispositivos acoplados aos mais diversos objetos do quotidiano (ex: carros, eletrodomésticos, pontes, etc.) e a disponibilização de serviços que com base na informação coletada, atuam de forma inteligente ou a transformam em informação útil para a tomada de decisão. Neste domínio, são muitas as áreas que poderão tirar partido da utilização do M2M e IoT, nomeadamente a mobilidade urbana, a gestão e monitorização de infraestruturas e recursos, a automação de trânsito, a eficiência energética de parques de lazer, edifícios e outras infraestruturas, a segurança de pessoas e bens, entre muitas outras.

Um possível cenário de implementação refere-se à monitorização do estado das vias, aqui designado de *Smart Road Monitoring* (Figura 5).

Com base em dados coletados de dispositivos instalados em veículos, com sensores de geolocalização (GPS) e movimento (acelerómetro) e com capacidade de armazenamento, processamento e comunicação via rede móvel ou Wi-Fi, e através de processos de análise e processamento, são disponibilizados serviços às entidades que gerem as infraestruturas rodoviárias das cidades. A informação a disponibilizar inclui por exemplo, mapas com informação do estado das vias e indicação dos pontos de atenção (buracos, irregularidades, etc.), *top* de locais com situações de degradação severa da via, relatórios, indicadores e geração de alertas e notificações.

A monitorização inteligente do estado das vias constitui uma ferramenta de suporte importante para o conhecimento rigoroso do estado das vias, para a atuação em tempo útil em situações de degradação severa e para o estabelecimento de prioridades de obras de reparação. A atuação atempada na reparação dos buracos nas vias apresenta também vantagens no que se refere à imagem percecionada pelos utentes relativa aos serviços.

Figura 5 - *Smart Road Monitoring*



CONCLUSÕES

Os operadores de telecomunicações têm nas comunicações máquina-a-máquina uma oportunidade para potenciar novos negócios. Mas para terem sucesso, terão de evoluir os seus sistemas de telecomunicações de forma a suportarem uma nova gama de negócios inovadores, que tocam nos mais diversos setores de atividades. Se quiserem ser líderes neste novo mercado, terão de transformar os seus sistemas de forma a assegurar a criação de novos serviços, suportados por sistemas distribuídos, garantindo a conectividade dos

mais diversos dispositivos. Em simultâneo, não poderão descurar a compatibilidade com as especificações desenvolvidas pelos organismos de normalização. Este artigo pretendeu expor uma arquitetura capaz de suportar novos negócios, garantindo a criação e execução de novos serviços M2M, suportados por redes heterogéneas e altamente flexíveis, capaz de posicionar o operador como *key player* num mercado cada vez mais exigente e competitivo.

REFERÊNCIAS

[1] - http://www.3gpp.org/
[2] - http://www.etsi.org/
[3] - http://www.onem2m.org/
[4] - 3GPP TR 22.868 V8.0.0 (2007-03), *Study on Facilitating Machine to Machine Communication in 3GPP Systems (Release 8)*
[5] - 3GPP TR 22.988 V1.0.0 "*Study on Alternatives to E.164 for Machine-Type Communications*", Sep. 2011
[6] - 3GPP TS 23.368 V11.5.0 (2012-06), *Service Requirements for Machine-Type Communications* (MTC) (*Release 11*)
[7] - ETSI TS 102 690 V1.1.1, "*Technical Specification Machine-to-Machine communications* (M2M); Functional architecture", October 2011
[8] - Starsinic, M.; , "System architecture challenges in the home M2M network," Applications and Technology Conference (LISAT), 2010 Long Is-land Systems , vol., no., pp.1-7, 7-7 May 2010
[9] - Geng Wu; Talwar, S.; Johnsson, K.; Himayat, N.; Johnson, K.D.; , "M2M: From mobile to embedded internet," Communications Maga-zine, IEEE , vol.49, no.4, pp.36-43, April 2011
[10] - Yanlan Yang; Hua Ye; Shumin Fei; Yanlan Yang; Hua Ye; Shumin Fei; , "Design of com-munication interface for M2M-based position-ing and monitoring system," Electronics, Com-munications and Control (ICECC), 2011 Inter-national Conference on , vol., no., pp.2624-2627, 9-11 Sept. 2011
[11] - Young Jun Kim; Eung Kyu Kim; Byoung Woo Nam; Ilyoung Chong; , "Service composition using new DSON platform architecture for M2M service," Information Networking (ICOIN), 2012
[12] - Kan Zheng; Fanglong Hu; Wenbo Wang; Wei Xiang; Dohler, M.; , "Radio resource allocation in LTE-advanced cellular networks with M2M communications," Communications Magazine, IEEE , vol.50, no.7, pp.184-192, July 2012
[13] - Yen-Kuang Chen; , "Challenges and opportuni-ties of internet of things," Design Automation Conference (ASP-DAC), 2012 17th Asia and South Pacific , vol., no., pp.383-388, Jan. 30 2012-Feb. 2 2012
[14] - Attwood, A.; Merabti, M.; Abuelmaatti, O.; , "IoMANETs: Mobility architecture for wireless M2M networks," GLOBECOM Workshops (GC Wkshps), 2011 IEEE , vol., no., pp.399-404, 5-9 Dec. 2011
[15] - Ben Saied, Y.; Olivereau, A.; Zeghlache, D.; , "Energy efficiency in M2M networks: A coop-erative key establishment system," Ultra Mod-ern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT), 2011 3rd Interna-tional Congress on , vol., no., pp.1-8, 5-7 Oct. 2011
[16] - Lu Tan; Neng Wang; , "Future internet: The Internet of Things," Advanced Computer Theo-ry and Engineering (ICACTE), 2010 3rd Inter-national Conference on , vol.5, no., pp.V5-376-V5-380, 20-22 Aug. 2010

CV DOS AUTORES

Filipe Cabral Pinto é detentor do grau de doutoramento em telecomunicações pela Queen Mary University of London. É atualmente consultor na PT Inovação onde investiga a integração de sistemas M2M em arquiteturas orientadas ao serviço. O seu trabalho tem-se centrado em sistemas de comunicações móveis, desde a camada de transporte à camada de serviço, focando-se em particular na distribuição inteligente de conteúdos multimédia para grupos de utilizadores em redes de próxima geração. Tem estado envolvido em projetos de investigação europeia desde 2002, destacando-se os projetos NetGate, OPIUM, B-BONE, C-MOBILE, C-CAST, VOICES e, mais recentemente, o projeto IoT.est.

Paulo Chainho licenciado em Engenharia Eletrotécnica 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 atividades tem desempenhado funções de Gestão de Projeto e de Conceção das soluções. Atualmente participa em atividades de consultoria para desenvolvimento e gestão de produtos SDF e Atividades de Gestão Estratégica. Entusiasta do "Open Source". Grande experiência em projetos Internacionais de Investigação e Desenvolvimento incluindo Eurescom, ETSI SPAN e EU IST.

Nuno Pássaro graduou-se em 2007, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, na Licenciatura Engenharia Eletroténica e de Computadores, especialização em telecomunicações. Um ano mais tarde, concluiu o Mestrado Integrado na mesma instituição. Em 2012, concluiu o curso Masters of Software Engineering pela Carnegie Mellon University. Desde de 2007, trabalha em projetos de investigação em áreas relacionadas com *Service Oriented Architecture, Content Distribution e Seamless mobility.* Recentemente participa no projeto FP7 IoT.est, para a construção de uma framework que permita integrar, através de uma abordagem SOA, serviços *Machine-to-Machine* testados automaticamente a partir de descrições semânticas. Para além disto, faz desenvolvimento de aplicações Web para monitorização e *reporting*.

Fernando Santiago: Licenciado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Ingressou em 1994 na empresa Autor Tecnologias Multimédia Lda, onde desenvolveu atividades 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. Entre 2000 a 2010, coordenou o desenvolvimento da Solução de Telemedicina Medigraf e participou em diversos projetos da área da Telemedicina e Telesaúde. Atualmente exerce funções de gestão de produto da solução M2M da PT Inovação.

Daniel Corujo concluiu a licenciatura em Engenharia de Computadores e Telemática em 2006, e o seu mestrado na mesma área em 2007, pelo Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro, onde atualmente se encontra a desenvolver o seu doutoramento na área de modelos de comunicação para a Internet Futura móvel. Foi engenheiro de *software* pela Nokia Siemens Networks em Aveiro, desenvolvendo soluções no âmbito de gestão de redes de operador de telecomunicações, e trabalhou no projeto SALINA da PT Inovação como consultor. É atualmente investigador do grupo Advanced Telecommunications and Networks Group no Instituto de Telecomunicações, Aveiro, onde colabora em múltiplos projetos de investigação nacionais e internacionais, e persegue áreas de investigação focando a Internet das Coisas (IoT), mecanismos de mobilidade e acesso em redes heterogéneas e a Internet do Futuro.

Diogo Gomes licenciou-se em Engenharia de Computadores e Telemática pela Universidade de Aveiro em 2003, tendo em 2010 concluido o seu doutoramento em Engenharia Eletrotécnica 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 projetos europeus tais como IST-Mobydick, IST-Daidalos, IST-C-Mobile e ICT-C-Cast. Nos seus últimos dois projetos desempenhou a tarefa de *Work-Package Leader* responsável pelas atividades de integração e demonstração dos projetos. É atualmente Professor Auxiliar Convidado do Dep. Eletrónica, Telecomunicações e Informática da Univ. Aveiro. Com mais de 25 publicações internacionais na área das redes e serviços de telecomunicações, centra de momento a sua atenção na área das comunicações M2M e do *Cloud Computing*.

5 VTS - Saber & Fazer Rastreio

palavras chave

Contrafação, Rastreabilidade, VTS, Voucher


PEDRO SALAZAR

JOSÉ BONNET

VASCO FIGUEIRAS

BRUNO PIRES

LUCAS ROSADA

JOÃO BATISTELLA

As crescentes exigências de qualidade dos órgãos reguladores, o aumento das falsificações e os riscos aos quais os consumidores são expostos são vetores para a implementação da rastreabilidade na indústria. Neste artigo será apresentada uma solução da PT Inovação para o rastreio e autenticação de produtos, com foco nos medicamentos, que ajuda no combate à falsificação e dá ao consumidor uma ferramenta poderosa para garantir a boa procedência do produto que tem em mãos.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Sempre que um produto é fabricado com material impróprio, é adulterado ou tem procedência ilegal, e chega aos seus consumidores finais – os principais e potenciais prejudicados por este tipo de irregularidades – provoca um efeito negativo em todos os agentes da cadeia produtiva pelas consequências que daí derivam, em particular na insatisfação do cliente, nos prejuízos causados aos operadores e na degradação da imagem dos produtos. O controlo e rastreabilidade da cadeia de produção potencia-se como um mecanismo essencial para garantir a qualidade e origem dos produtos.

É com naturalidade que vemos, nos dias de hoje, a tentativa dos governos imporem cada vez mais regulamentações que obrigam os fabricantes de produtos com características particulares ou com riscos para a saúde pública, como são os produtos alimentares ou os medicamentos, a adotar mecanismos de rastreabilidade que permitam, além do controle total da cadeia produtiva por unidade, a verificação da autenticidade do produto. As empresas preparam-se para atender essas novas regras e percebem que o controle da cadeia traz grandes desafios, mas também excelentes oportunidades de conhecer melhor a sua cadeia de valor e torná-la mais inteligente e eficiente, o que tem atraído a atenção de empresas de diversos segmentos com produtos que complementem a atividade dessas empresas.

Tendo em consideração esta nova tendência de mercado, este artigo tem por objetivo apresentar as oportunidades e desafios para o produto ***Voucher Trading System*** (***VTS***) da PT Inovação, quando aplicado ao controle de rastreabilidade e autenticidade de produtos.

2. VOUCHER TRADING SYSTEM: O QUE É?

Um *voucher* é um título que garante um direito ao seu portador, i.e., o *voucher* é um certificado que representa o direito à utilização de um produto, um serviço ou qualquer outro benefício (i.e., um bilhete de cinema, uma recarga de 50 €, etc.). Tradicionalmente, os *vouchers* são referidos como títulos que são adquiridos mediante o pré-pagamento antecipado para obter um produto ou como benefícios que são atribuídos no momento da oferta ao utilizador, no seguimento de aquisição de uma oferta comercial (por exemplo, 10% de desconto noutros produtos do valor do produto adquirido).

No entanto, noutros cenários de aplicação contextualizados a outros segmentos, o *voucher* pode assumir outro significado, em que a sua utilização pode ser apenas um mero mecanismo complementar que permite a validação da autenticidade de um produto e não representa o direito de usufruto de qualquer produto ou serviço.

O VTS é o produto da PT Inovação com funcionalidades na geração e gestão de *vouchers*, com evidência na produção de *vouchers*, no suporte de regras de geração de códigos e de mecanismos automáticos de reposição de *vouchers* à medida que são usados e na execução de operações de negócio sobre *vouchers* (i.e., resgate, suspensão, ativação).

3. VTS EM TELECOMUNICAÇÕES

O produto VTS nasceu como resultado da exposição da empresa aos mercados de telecomunicações, em especial naqueles em que a rede bancária não é tão capilar como a

que estamos habituados em Portugal. Para os clientes (re-)carregarem os seus produtos com serviços pré-pagos, é fundamental que seja providenciado um canal de fácil disseminação, embora a produção e transporte dos *vouchers* (físicos) tenha custos, nomeadamente de segurança. Esta secção descreve um pouco do que são os processos associados ao uso dos *vouchers* em telecomunicações.

3.1. VOUCHERS COMO CARTÕES DE RECARGA

Os cartões de recarga são *vouchers* que mediante um pré-pagamento dão o direito ao crédito no saldo para utilização de um produto ou serviço pré-pago de telecomunicações da operadora no valor facial do cartão, i.e., os *vouchers* representam dinheiro e são mais um canal de recarga semelhante ao carregamento em dinheiro numa ATM ou numa loja.

VOUCHERS COMO CARTÕES DE RECARGA

Tipicamente, estes cartões de recarga distinguem-se em duas categorias, os *vouchers* físicos, vulgo "raspadinhas", e os *vouchers* virtuais, ambos com um ciclo de vida próprio de acordo com o seu processo de distribuição ou utilização. Por exemplo, os *vouchers* físicos incluem vários estados desde a criação do *voucher*, passando pela distribuição de *vouchers* pelos vários parceiros, incluindo gráficas para impressão e lojas para a venda dos mesmos, até ao resgate do *voucher* na sua utilização por parte do utilizador final.

Nesse âmbito, o VTS tem como responsabilidade fazer a gestão desses cartões de recarga e disponibilizar mecanismos, muitas vezes integrados com a rede da operadora (i.e., SMS, IVR), para fazer o resgate do *voucher* em tempo real, no processo de recarga.

3.2. SEGURANÇA EM TODA A CADEIA: DA GERAÇÃO ATÉ AO USO DO CÓDIGO SECRETO

SEGURANÇA EM TODA A CADEIA: DA GERAÇÃO ATÉ AO USO DO CÓDIGO SECRETO

Tipicamente, o ciclo de vida do cartão físico de recarga pode ser sumarizado nas seguintes etapas:

1. Geração dos cartões de recarga
Na produção dos *vouchers* as regras de geração de códigos para os cartões de recarga têm como principal característica a unicidade do código, de forma a identificar univocamente a recarga por esse código. Estes sistemas têm de ter uma capacidade de geração de cartões extremamente eficiente e segura, que suporte o número de recargas diárias na operadora. Para além dos geradores tradicionais que fazem uma pré-geração de códigos, o VTS dispõe de alternativas mais eficientes recorrendo a geradores pseudoaleatórios.

2. Distribuição de cartões pelos parceiros
O VTS, na distribuição dos códigos de recarga pelos vários parceiros (i.e., distribuição para as gráficas para impressão dos cartões físicos, ativação dos *vouchers* na distribuição pelas lojas de venda) requer o estabelecimento prévio de relações de confiança entre os vários participantes, através de esquemas criptográficos seguros do domínio público (i.e., certificados e chaves públicas), que permitam posteriormente a realização de comunicações seguras (i.e., ficheiros cifrados com chave pública do parceiro permitem que apenas este possa abrir o seu conteúdo).

3. Utilização dos cartões de recarga
A utilização do código secreto do cartão normalmente é feita através de canais comummente usados em telecomunicações (i.e., SMS, IVR e tipicamente podem passar por um conjunto alargado de sistemas que podem não cumprir integralmente os requisitos de segurança adequados. Por esse motivo o código de recarga que identifica o *voucher* é normalmente de uma única utilização, ao contrário de outros cenários em que o *voucher* pode dar direito a várias utilizações.

O VTS obriga a que os vários sistemas envolvidos no processo de utilização, para poderem participar e interagir diretamente nesses processos, sejam autenticados e as suas operações autorizadas. No entanto isto pode não ser suficiente. Tirando o proveito do dinamismo do ciclo de vida do *voucher*, é possível criar e adicionar novas regras de validação para controlo de permissões da utilização de *vouchers* (i.e., restrição de utilização para um determinado beneficiário ou para uma localização geográfica).

3.3. IMPORTÂNCIA NA RASTREABILIDADE DOS CARTÕES DE RECARGA

IMPORTÂNCIA NA RASTREABILIDADE DOS CARTÕES DE RECARGA

Durante o ciclo de vida de um cartão de recarga, este pode passar por várias etapas de acordo com o seu ciclo de vida, a realçar: muda de dono de acordo com a transição de responsabilidades dos parceiros envolvidos, ganha atributos de acordo com a informação de negócio que precisa, altera o beneficiário sempre que é necessário atribuir ou ser usado por alguém, etc.

Este acompanhamento é extremamente útil para a operadora fazer a rastreabilidade dos cartões, designadamente identificar quem fez a ativação do *voucher*, os estados que percorreu, quando o beneficiário usou o cartão de recarga, e qualquer outra informação que se considere relevante ao processo.

Através desta capacidade, a operadora detém um sistema que lhe permite dar a conhecer melhor a importância e criticidade da realização de algumas operações.

Por exemplo, o impacto do roubo ou desvio de um lote de cartões físicos varia consoante se sabe se os cartões estavam num estado indisponível para utilização, caso em que o cancelamento será um processo estritamente formal, ou se por outro lado já estavam disponíveis, caso em que o seu cancelamento requer alguma urgência. Outro exemplo é a capacidade de análise de potenciais fraudes ou erros de distribuição. Se um conjunto de cartões de recarga físicos foram distribuídos e ativados para uma loja numa determinada região, mas a informação do registo do resgate desses cartões é realizado em grande parte noutra localidade bem distante da primeira, indicia uma situação potencial de fraude ou um mero erro de distribuição.

4. RASTREABILIDADE & AUTENTICIDADE

RASTREABILIDADE & AUTENTICIDADE

Rastreabilidade é a habilidade de conhecer o histórico, localização ou aplicação de um item através dos seus registos de identificação. Na área de logística, a rastreabilidade é a capacidade de rastrear bens ou mercadorias através de sua cadeia produtiva por meio de um identificador único.

Numa visão simplificada, a rastreabilidade pode ser composta pelas etapas de serialização dos produtos, agregação, registos na cadeia logística e verificação de procedência de unidades.

O processo de serialização consiste em atribuir um número único a cada unidade produzida. O nível de granularidade do processo pode variar de acordo com as necessidades do negócio (i.e., *blister*, lote, *pallet*). Após a produção, os lotes continuam a ser rastreados através da cadeia logística, em que sistemas logísticos são informados sobre a entrada dos lotes. Desse modo, um código passa a agregar, além dos dados de produção, o histórico logístico do produto.

Através da implementação da rastreabilidade a indústria dá ao consumidor uma ferramenta que permite conhecer desde a origem do produto até à sua autenticidade. Contudo, a utilização de números de série únicos não garante ao consumidor que ele possui uma unidade autêntica de seu produto, uma vez que é possível que unidades falsas recebam códigos de unidades verdadeiras. É nesse sentido que o VTS pode complementar no processo de rastreio e autenticação.

5. VTS NOUTRAS INDÚSTRIAS

Apesar dos diversos benefícios que a rastreabilidade traz consigo, o consumidor não tem ainda a garantia de autenticidade de um produto adquirido.

Sendo assim, a PT Inovação identificou uma oportunidade de utilizar o VTS para controlar o rastreio e autenticação dos produtos. A autenticação pode ser feita pelo próprio consumidor através de diversos meios (i.e., URA, SMS, portal *web*, etc.), uma vez que o código secreto é numérico e, portanto, pode ser lido sem a necessidade de leitores especializados.

No âmbito da solução da PT Inovação para este problema, o processo de rastreabilidade é iniciado com a geração de *vouchers*, com um número de série e um código secreto, impressos nas caixas de medicamentos. Estes são utilizados pelo consumidor para realizar a autenticação e são impressos sob algum mecanismo de segurança físico, como a impressão, na parte interna da caixa. Após

VTS NOUTRAS INDÚSTRIAS

essa fase os produtos passam a circular pela cadeia logística e, sempre que possível e oportuno, o sistema central é notificado.

Após entregues no ponto de venda, os produtos passam a estar disponíveis para autenticação pelo consumidor. Este, em posse de um produto comprado, pode utilizar o código secreto através de um meio disponível (SMS ou URA, por exemplo). O processo devolver-lhe-á informações sobre o produto, que podem ser conferidas com a unidade que ele tem em mãos.

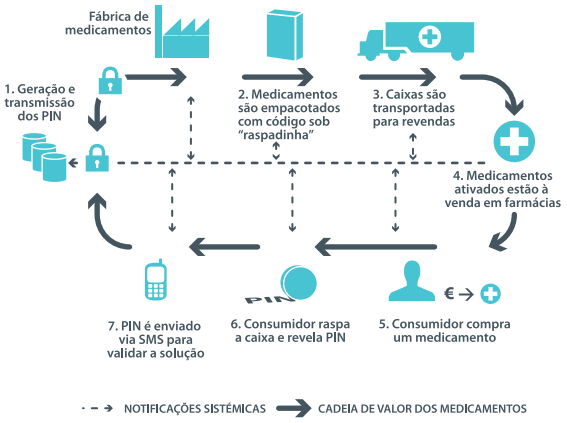
O conjunto de informações gerado pela rastreabilidade com os mecanismos de garantia de autenticidade para o consumidor supre necessidades dos vários agentes da cadeia. Contudo, há ainda outros cenários comuns na indústria a serem explorados: a possibilidade de falsificação de unidades e a recolha de produtos defeituosos.

6. PROVA DE CONCEITO DA SOLUÇÃO

A utilização de *vouchers* para combater a falsificação de medicamentos poderia não ser trivialmente entendida pela indústria farmacêutica. Assim, para facilitar o entendimento da solução, foi criado um protótipo utilizando-se o VTS e outro *software* feito à medida.

Para tornar a experiência mais próxima do real, foram confecionadas caixas fictícias de medicamentos semelhantes às reais e adicionado o código aleatório (PIN) gerado pelo VTS para permitir a autenticação pelo cliente. A Figura 1 representa a simplificação do processo da indústria mapeada para a realização da demonstração.

Figura 1- Simplificação do processo de rastreabilidade da indústria farmacêutica



Durante a demonstração, todos os processos da rastreabilidade foram exemplificados, desde a serialização até a autenticação realizada pelo cliente. Esta era feita através de SMS ou no balcão da farmácia através de um portal. A partir daí, vários cenários eram ilustrados, como cenários de falsificação, *recall* e cancelamento.

A arquitetura da solução está representada na Figura 2. Os elementos "Portal de Rastreio", "VTS Backoffice" e "Torpedeira" foram desenvolvidos à medida para a demonstração; os elementos "Microstrategy Web" e "Microstrategy Intelligence Server" são produtos de terceiros.

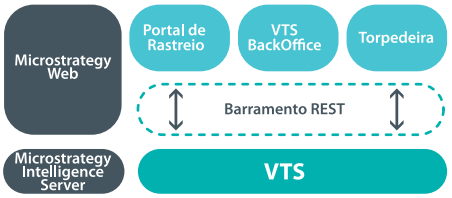


Figura 2 - Arquitetura da solução

O exercício dos diversos casos permitiu colher opiniões preciosas sobre a aplicabilidade dos cenários apresentados. Além disso, mostrou a adesão dos *vouchers* para solucionar um problema da indústria farmacêutica.

CONCLUSÕES

A rastreabilidade da cadeia de produção tem um papel fundamental na garantia da qualidade e procedência dos produtos e no aumento do controle sobre os processos da indústria. Mas para além dessas vantagens, é um benefício direto para a sociedade, na medida em que oferece maior capacidade de deteção de produtos falsificados, maior proteção para os consumidores, maior arrecadamento de impostos e de receitas nas vendas dos produtos autorizados e um mercado globalmente mais controlado.

A larga experiência da PT Inovação no tratamento de altos volumes de transações no mundo das telecomunicações credencia-a para a criação de soluções de rastreabilidade que suportem centenas de milhões de produtos com controle de eventos em tempo real.

REFERÊNCIAS

[1] - http://www.africanliberty.org/content/counterfeit-drugs-kill-over-700000-people-every-year-new-report, último acesso em 19/09/2012
[2] - Congresso "Experiência Europeia na Implantação da Rastreabilidade", São Paulo, Brasil – 2011
[3] - http://en.wikipedia.org/wiki/Traceability, último acesso em 19/09/2012

CV dos autores

CV DOS AUTORES

António Pedro de Bourbon Fernandes Barros Salazar, licenciado em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho, a trabalhar desde 2000 na Portugal Telecom Inovação, no desenvolvimento de vários projetos desde soluções na área de sistemas de suporte de gestão de redes até soluções NGIN para vários operadores internacionais.
Atualmente está inserido no departamento de sistemas de suporte ao negócio na área de soluções Mobile Money.

José Bonnet, licenciado e mestrado (pré-Bolonha) em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (Sistemas Digitais) na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, liderou a equipa de Sistemas de Informação do Pólo do Porto da PT Inovação entre 1999 e 2008, a equipa de Desenvolvimento de Serviços e Inteligência no Negócio, para os clientes de África Subsariana e Ásia Pacífico, entre 2008 e 2010 e as equipas de Processos de Clientes e Testes Automáticos até Setembro de 2011. Desde então lidera a equipa responsável pela área de *Mobile Money*.

Bruno Filipe Rodrigues Pires, licenciado em Engenharia Informática pela Escola Superior de Tecnologia e Gestão da Guarda. Prestador de serviços na PT Inovação Aveiro desde 2008, esteve envolvido no desenvolvimento de módulos da solução NGIN implementada na Vivo e no desenvolvimento de módulos do produto SLTF. Atualmente está inserido na equipa do produto VTS do projeto Quantum da PT Inovação.

Vasco da Rocha Figueiras, graduado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Prestador de serviços na PT Inovação Aveiro desde 2011, inserido na equipa de desenvolvimento do produto VTS do projeto Quantum da PT Inovação.

Lucas Fernando Rosada, bacharel em Ciência da Computação pela USP São Carlos, Analista de Sistemas na PT Inovação desde 2011, onde esteve envolvido na integração do VTS no NGIN. Trabalha atualmente na equipa de projetos especiais na qual busca aplicações inovadoras dos produtos da PTIn dentro e fora de Telecom.

João Paulo Guimaro Batistella, graduado em Engenharia da Computação pela Unicamp e Pós-Graduado em Gestão de Projetos pela FGV. Engenheiro da PT Inovação Brasil desde 2003, esteve envolvido no suporte, implantação, desenvolvimento da solução NGIN no Brasil. Atualmente é gestor da equipa de projetos especiais no Brasil, na qual busca aplicações inovadoras dos produtos da PTIn dentro e fora de Telecom.

6 SMS Express e spotyad:

dois exemplos de utilização da plataforma MAdServ na concretização de modelos de negócio nas áreas empresarial e de *Mobile Advertising* na TMN

palavras chave

MAdServ, ip-CDS, delivery, campanha, mensagens, mobile advertising, mobile marketing, opt-in/opt-out, precall, personalização, contextualização, localização.



LAURA PAIVA



BRUNO CABRAL

O produto MAdServ, parte integrante da *Content Delivery Suite* (ip-CDS) da PT Inovação, é uma solução de *Mobile Advertisement* que pretende endereçar as diversas áreas desse negócio e, nesse sentido, disponibiliza ferramentas facilitadoras da integração entre o operador e outros atores intervenientes, sejam eles empresas, *advertisers* ou *publishers*, ou os próprios alvos da publicidade (o utilizador final), que veem, assim, nos terminais móveis um canal privilegiado para realizar campanhas publicitárias que se revelam muito eficazes do ponto de vista de todos os atores intervenientes.

A partir deste produto e beneficiando da sua arquitetura modular, foi realizada a instanciação de duas soluções para a TMN: uma na área de publicidade dirigida – spotyad – e outra na área de *marketing* direto e comunicação empresarial – SMS Express. Estas duas soluções, com objetivos distintos mas complementares, permitem responder às necessidades das áreas empresarial e de *Mobile Advertising* na TMN.

Este artigo apresenta as duas soluções (spotyad e SMS Express) descrevendo a abordagem técnica utilizada na instanciação de cada uma das soluções a partir do produto MAdServ e evidenciando a sua importância para o modelo de negócio de *Mobile Advertising* da TMN.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

O produto MAdServ disponibiliza uma solução escalável e flexível que permite endereçar todos os novos modelos e paradigmas de *mobile advertising* e *mobile marketing*, trazendo vantagens para todos os intervenientes na cadeia de valor que caracteriza uma solução desta natureza (Figura 1). Fornece aos *advertisers* um meio expedito de definir e gerir campanhas, permitindo-lhes perceber qual a eficácia das suas campanhas através da geração de indicadores.

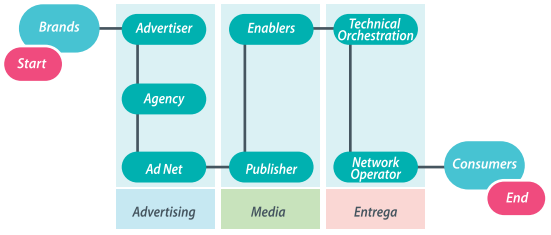


Figura 1- Intervenientes na cadeia de *mobile advertising*

A arquitetura modular permite a fácil configuração de diferentes cenários e garante a sua escalabilidade, conferindo à plataforma elevados níveis de desempenho.

As soluções SMS Express e spotyad da TMN que vamos apresentar correspondem a duas instanciações distintas do produto MAdServ. Os conceitos que estão subjacentes às duas soluções são diferentes tanto no modelo de negócio utilizado, como nos objetivos que as mensagens envolvidas pretendem transmitir e finalmente em termos dos intervenientes no processo. O SMS Express surgiu como uma solução para substituir uma plataforma já existente na TMN para fazer chegar aos contactos das empresas mensagens diversas, usando preferencialmente o canal SMS. O spotyad é o resultado de partilha de *know-how* e tecnologia entre a PT Inovação e o SAPO permitindo potenciar sinergias e criar uma solução *end-to-end*, e integrada, de *Mobile Advertisement*.

2. DESCRIÇÃO TÉCNICA

A arquitetura da plataforma MAdServ baseia-se em *standards* e tecnologias atuais, nomeadamente Java EE (Java *Platform, Enterprise Edition*) e é estruturada em camadas, que por sua vez são compostas por módulos distintos.

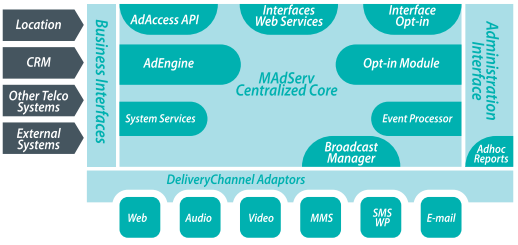


Figura 2 - Diagrama lógico do produto MAdServ

2.1. PRODUTO MADSERV

Em termos macro, o MAdServ é composto por um motor de gestão de *ads* e um conjunto de interfaces, entre as quais se destacam a interface de Administração que permite o aprovisionamento, a visualização e a gestão de toda a informação útil do sistema na perspetiva do *advertiser*, *publisher* ou administrador, e os diferentes *DeliveryChannelAdaptors* que facultam a seleção e entrega do *ad* ao cliente na rede móvel do operador. Todos os módulos da plataforma estão integrados com base em interfaces simples e abertas, garantindo a sua escalabilidade e conferindo ao sistema elevados níveis de desempenho. De seguida, descrevem-se os principais componentes da solução e a sua base tecnológica.

DESCRIÇÃO TÉCNICA

PRODUTO MADSERV

Camada de apresentação:
AdAccess API: A *AdAccess* API é o ponto de entrada na plataforma para os pedidos de anúncios ao *AdEngine* oriundos dos mais variados serviços e plataformas externas (SVA).

Interfaces Web Services (WS): Serviços disponíveis para o operador, *third-parties* ou clientes, através de WS SOAP e RPC ou *Document/literal*.

Interface Opt-in: Interface *Web* para registo e gestão de clientes *opt-in* e respetivo perfil.

Administration Interface (Back Office): O *Back Office* do MAdServ assenta numa aplicação *Web* e permite fazer toda a gestão da plataforma e dos serviços.

Adhoc Reports: O *Back Office* da plataforma disponibiliza ainda uma secção de relatórios que permite obter informação variada sobre o desempenho das campanhas.

Camada Core:
Core: a lógica de negócio e persistência de informação em Base de Dados.

AdEngine – Motor de Seleção: O *AdEngine* é o componente responsável pela seleção inteligente do anúncio a apresentar ao cliente. É importante realçar que na base deste motor de seleção está o negócio – quem investe mais tem mais possibilidades de ver o seu anúncio escolhido – e o perfil do cliente alvo.

Broadcast Manager: Módulo responsável pelo ciclo de vida das submissões das campanhas *push*: envio, controlo e atualização dos seus estados e sincronização de notificações de entrega dos destinatários.

Event Processor: O *Event Processor* é um módulo que tem como objetivo principal o registo de todas as ações ocorridas no sistema, permitindo a consulta de informação de atividade.

Camada de integração:
Delivery Adaptors (DA): Conjunto de *plugins* para a entrega de anúncios nos vários canais do operador: MMS, SMS, WAP *Push* e *E-mail*.

Business Interfaces: Conjunto de integrações com o operador, como CRM, plataformas de localização ou outros sistemas para consulta dos perfis de cliente e contextualização da publicidade entregue.

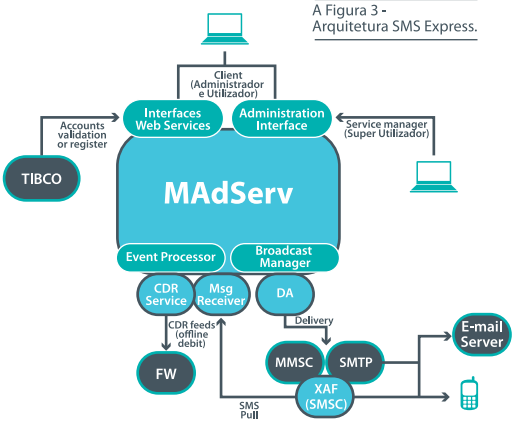
Nos capítulos seguintes são apresentadas as interfaces relevantes intervenientes em cada um dos dois cenários.

2.2. SMS EXPRESS

No cenário SMS Express, as empresas pretendem enviar mensagens diretamente para os seus contactos, sejam colaboradores, fornecedores ou clientes, como por exemplo avisos de consultas, promoções, convites para eventos, comunicações de lançamentos, felicitações, etc.. O SMS Express permite enviar mensagens para vários destinatários em *near real time* ou programar o seu envio, estabelecendo a ligação entre os clientes subscritores (clientes empresariais) e a rede de serviços da TMN e permitindo a submissão de SMS para um largo conjunto de destinatários. Utilizada quer para *marketing* direto quer para comunicação empresarial, abrange todo o ciclo deste processo, desde criação das mensagens até à respetiva entrega, passando pela gestão, configuração de contas clientes e geração de indicadores. Os intervenientes são as empresas e a sua base de contactos.

O grande volume de mensagens enviadas diariamente torna este cenário complexo em termos de dimensionamento e *performance*, por essa razão o grande foco na configuração deste cenário esteve essencialmente em dois módulos: a interface de Administração e *Broadcast Manager*.

A Figura 3 representa a arquitetura da solução MAdServ para o SMS Express.



A Figura 3 - Arquitetura SMS Express.

Envio de mensagens
No cenário SMS Express o MAdServ disponibiliza um conjunto de funcionalidades para fazer a configuração e gestão do envio de mensagens.

Permite gerir envios, via Interface de Administração ou Interface *Web Services*, com as seguintes características:

- Enviar um elevado número de SMS para a rede TMN ou qualquer outra rede nacional ou internacional;
- Programar o envio de SMS em datas e horas específicas;
- Gerir as mensagens recebidas – o MAdServ permite a configuração do envio de mensagens que dependam de resposta do destinatário. Os destinatários podem responder às mensagens recebidas permitindo uma comunicação bidirecional;
- Receber notificações de mensagens enviadas, configuradas com relatório de entrega.

O módulo *Broadcast Manager* integra com a solução da PT Inovação XAF-ESSP para o envio de SMS e sincronização do seu estado de entrega. O módulo foi implementado de modo a ser pouco tolerante à falha e muito exigente no que diz respeito à entrega das mensagens. Foi feito um esforço considerável na tarefa de implementar um módulo robusto, por um lado porque as mensagens podem ter grande importância e ser urgentes para o cliente, por outro lado porque os custos envolvidos são significativos para as empresas.

As várias fases do processo de envio são registadas sob a forma de eventos, que são processados posteriormente por forma a gerar registos (*feeds* CDR) para taxação dos clientes empresariais, de acordo com o tarifário escolhido e mensagens enviadas.

BackOffice
O módulo de BO oferece grande flexibilidade na criação de utilizadores com diferentes permissões de acesso para configuração e gestão de envio de mensagens, e consultas de relatórios de envios, podendo ser assim disponibilizado às empresas como *front-end* para gestão de envios, através duma interface Web de Administração.

A configuração de contas de clientes está também exposta na forma de API WS, sendo utilizada pelo TIBCO/CRM do operador.

As funcionalidades disponibilizadas, pelo módulo de BO, são:

- Configurar vários tipos de contas empresariais, respetivos utilizadores e níveis de permissões, parametrizando:
  - › Permissões;
  - › Horário de envio;
  - › Quotas diárias e mensais de mensagens;
  - › Número de utilizadores por conta;
  - › Originadores das mensagens;
  - › Listas de contactos;
  - › Mensagens pré-definidas;

  (Esta configuração depende não só do tipo de mensagens que a empresa pretende enviar, mas também do tipo de contrato realizado e que normalmente está diretamente relacionado com o investimento que a empresa pretende alocar a esta forma de comunicação)
- Monitorar o estado dos envios, dos destinatários das mensagens enviadas e das notificações recebidas a partir de relatórios:
  - › Mensagens Recebidas;
  - › Histórico de Submissões;
  - › Pesquisa por Destinatário;
- Controlar o volume e os custos dos envios efetuados e/ou em curso, através da consulta de indicadores e relatórios de utilização:
  - › Simulação de custos para o tarifário e mês escolhido;
  - › Resumo de Mensagens (SMS) Enviadas e Recebidas.

2.3. spotyad

O spotyad surgiu de uma parceria entre a PT Inovação e o SAPO como solução integrada de *mobile advertising* na TMN permitindo realizar campanhas personalizadas e dirigidas a clientes alvo. Neste âmbito, o produto MAdServ disponibiliza as funcionalidades de entrega de conteúdos, enriquecimento de pedidos de publicidade e integração com sistemas da TMN, tendo a plataforma do SAPO (OD) o papel da orquestração/gestão de campanhas, a interface direta com *advertisers*, *reporting* e *profiling*.

Com esta solução é possível disponibilizar serviços que permitem ao aderente receber no seu telemóvel informações de produtos, marcas, ofertas, passatempos, eventos,

convites ou descontos. A entrega contextualizada da publicidade e respetivos conteúdos (geridos pelos anunciantes) pode ser feita através de variados canais, como mensagens de texto ou multimédia, conteúdos na *web* móvel ou A/V, chamadas de voz, sempre de acordo com os interesses pessoais dos clientes, horário e frequência desejada, localização atual, entre outros variados fatores.

O cenário spotyad é uma solução tecnicamente complexa, nomeadamente a nível das integrações com diversos sistemas que controlam, por exemplo, o registo de clientes, a localização, a atribuição de benefícios ao cliente na sequência da publicidade recebida, a entrega de anúncios por diferentes canais (ex. SMS, MMS, *mobile web*, chamadas de voz, A/V), entre outros

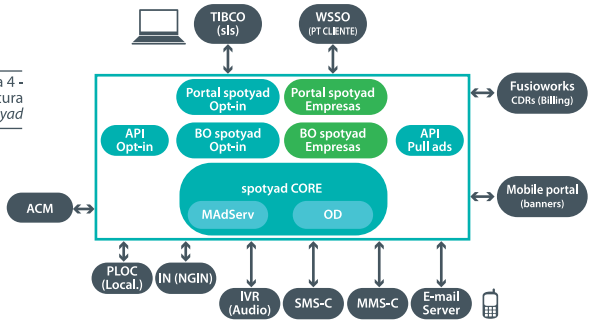


Figura 4 - Arquitetura *spotyad*

(Figura 4).
A capacidade de realizar publicidade dirigida e contextualizada é a principal característica do cenário spotyad e, nesse sentido, a configuração do MAdServ para este cenário teve uma maior incidência, por um lado, nos módulos de gestão de registos de clientes (*opt-in*), seus dados demográficos, preferências e recompensas e, por outro, nos módulos relacionados com a realização de campanhas, nomeadamente na interface com localização, integração com IVR, interfaces com os canais de entrega e na interface com o SAPO (OD), onde as campanhas são configuradas e iniciadas.

Na figura 4 é apresentada a arquitetura do spotyad, com foco nos módulos da camada de apresentação (dentro do quadrado) e integração (blocos fora do quadrado). O bloco MAdServ representa o módulo do *core*, os blocos OD, Portal spotyad Empresas e BO spotyad Empresas, representam os módulos externos que pertencem à plataforma do SAPO.
Com base nesta figura, são apresentados de seguida alguns dos casos de uso deste cenário, considerados mais significativos.

Registo Opt-in:
O registo de cliente (*opt-in*) é feito tipicamente via portal *web* (havendo também possibilidade de *opt-in* via API ou *Back Office*), dando possibilidade ao cliente de autorizar a receção de campanhas, definindo quais as áreas em que está interessado. A partir do momento em que o cliente acede à interface de *opt-in* este registo processa-se em vários passos, segundo uma sequência que envolve várias interações com diversos sistemas de informação do operador:

- Nos fluxos de adesão ou acesso de clientes é necessário interagir com o TIBCO para controlo da adesão ao serviço ou validação do acesso;
- A interação seguinte é com o WSSO para integração e *login* na conta pessoal PT (PT Cliente);
- Em caso de registo com sucesso é enviado SMS/E-mail de confirmação ao cliente, utilizando os módulos de interface com SMS-C e *E-mail Server*;
- O próximo passo consiste na ativação na IN do serviço *precall* (ver abaixo), caso esta opção tenha sido selecionada pelo cliente;
- Finalmente é comunicado ao ACM o registo de novo cliente.

Toda a informação relativa aos clientes aprovisionados pode ser consultada na interface *web* de administração disponibilizada pelo módulo de BO. É possível também, via esta interface, editar os dados dos clientes e consultar relatórios sobre indicadores de utilização e outras atividades dos clientes.

A solução disponibiliza ainda uma API para terceiros autorizados consultarem ou alterarem o estado dos clientes registados.

A solução permite ainda fazer *opt-out*, ou seja, o processo que permite ao utilizador cancelar este registo.

Campanhas Push:
As campanhas *Push*, campanhas que usam canais SMS ou MMS, são iniciadas na plataforma do SAPO (Portal spotyad Empresas) e configuradas no MAdServ, via

uma interface WS disponibilizada para o efeito. O MAdServ processa e envia as campanhas em tranches (designadas por *broadcasts*) para o XAF-ESSP, no caso de SMS, ou para o MMS-C, no caso de MMS, tendo sempre em consideração a segmentação da campanha (público alvo, localização, etc.).

A fase final do processamento das campanhas é a geração de eventos que alimentam indicadores internos e sistemas externos, como o ACM, responsável pela atribuição de benefícios aos clientes alvo da campanha ou plataformas de *billing* da operadora (FusionWorks), para onde são enviados os CDR gerados.

Campanhas Pull (precall):
A capacidade de configurar campanhas do tipo *Precall* é um fator tecnológico diferenciador do MAdServ. *Precall ads* consiste num serviço de *advertising* em chamadas de voz, em que o *opt-in* ao subscrever o serviço está a aceitar ouvir, antes do estabelecimento de uma chamada, um anúncio publicitário áudio de alguns segundos (até 15 segundos no máximo).

O número de entidades envolvidas no processo é elevado, a saber: NGIN, SRF, IVR, *MAdServ* (integrado com OD) e sinalização de rede.

É da responsabilidade da IN despoletar o processo de encaminhamento do fluxo de chamada do originador para o IVR. Uma vez a chamada no IVR, este consulta o *MAdServ*, que comunica com o OD para eleger o anúncio adequado com base numa série de fatores (o horário da chamada, cliente, localização geográfica em que esta chamada é efetuada, etc.). A referência para o anúncio é então devolvida ao IVR, que o apresenta ao utilizador, dando de seguida continuidade à chamada.

O aprovisionamento dos anúncios a tocar é sempre efetuado previamente através duma API de WS disponibilizada para o efeito e invocada pelo OD. O *MAdServ* garante que esses anúncios estão acessíveis via HTTP ao IVR que os solicita.

BO (campanhas):
O estado das campanhas e os dados relacionados com as campanhas podem ser consultados usando a interface web do BO.

Esta interface fornece ainda relatórios para consulta de indicadores de utilização que permitem à operadora analisar o comportamento e a evolução das campanhas.

É possível através desta interface configurar outros parâmetros relacionados com as campanhas como canais, parâmetros, formatos para os anúncios, etc.

3. IMPORTÂNCIA PARA OS NEGÓCIOS DO GRUPO PT

3.1. SMS EXPRESS

No cenário SMS Express, a natureza das mensagens enviadas não visam apenas o retorno direto para a empresa ou publicidade, mas sobretudo permitem às empresas comunicar de forma eficiente informação do interesse do cliente, do fornecedor ou do colaborador.

Serve mais de um milhar de diferentes tipos de empresas, distribuídas pelos diversos sectores de atividades económicas portuguesas (ver Figura 5), traduzindo-se num significativo aumento de receitas para a PT.

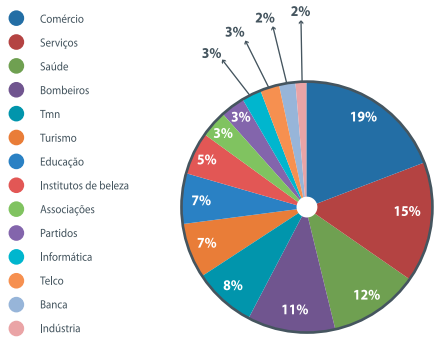


Figura 5 - Distribuição por atividade

A título de referência, na Figura 6 é apresentado o número total de mensagens enviadas no primeiro semestre de 2012.

3.2. spotyad

A parceria entre a PT Inovação e o SAPO teve como objetivo fornecer uma solução *end-to-end* e integrada de *Mobile Advertisement* que aposta numa abordagem inovadora na forma como contacta com o

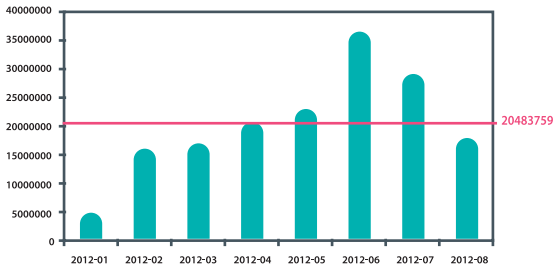


Figura 6 - Média mensal das mensagens enviadas até Agosto de 2012

cliente final (ex. *precall*), mas também na relevância do contacto (canais e informação contextualizada e personalizada, garantindo ao cliente controlo na forma de ser contactado). Pretende, portanto, ser uma ferramenta potenciadora das receitas da TMN com publicidade, bem assim como aumentar o número de clientes.

Adicionalmente o spotyad permite à PT assumir um papel importante na cadeia de valor do negócio da publicidade, oferecendo novas formas mais eficazes das marcas contactarem com o cliente.

Em Junho de 2012 foi colocada em produção a fase 2 do spotyad, e desde essa data já foram entregues cerca de 9 milhões.

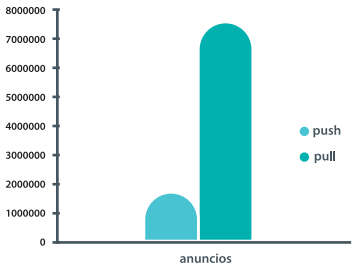


Figura 7 - Anúncios entregues até Novembro

Push = 1618461 Pull = 7339408

CONCLUSÕES

Na génese da arquitetura e definição do produto MAdServ esteve uma ambição estratégica de abranger toda a cadeia de valor da área emergente de *Mobile Advertising*.

Pretendeu-se que a arquitetura fosse modular e baseada em princípios JEE, com interfaces muito simples entre os diferentes módulos. Por outro lado esta arquitetura veio a mostrar-se muito flexível e robusta, permitindo facilmente adicionar novos módulos.

A conjugação destes fatores permitiu a criação de dois cenários distintos, que permitem que todos os atores tenham benefícios: ao operador possibilitou a capacidade de potenciar as suas receitas; aos *advertisers* forneceu novos canais de comunicação, até ao momento exclusivos do operador, e uma base de potenciais destinatários com perfis bem definidos que permite uma segmentação ótima das suas campanhas e, dessa forma, maior retorno que a publicidade tradicional; aos clientes finais, a possibilidade de receber informações úteis e de acordo com as suas preferências, tendo acesso a promoções e benefícios exclusivos.

Os cenários apresentados podem ser facilmente evoluídos ou outros cenários podem ser implantados, contemplando novos casos de uso que explorem os variados canais ao dispor do operador – aplicações móveis, *ring back tones*, SMS-*tail*, USSD, *video on demand* e *live video*, entre outros – e o potencial crescente do telemóvel, dispositivo indissociável do seu utilizador, como meio de entrega de informação e publicidade altamente relevante e contextualizada.

REFERÊNCIAS

[1] - "MAdServ - Mobile advertising server," [Online]. Available: http://www.ptinovacao.pt/assets/pdf/c2471cdafd6e481cdaf0228440299805.pdf.
[2] - "ip-CDS - Content Delivery Suite," [Online]. Available: http://www.ptinovacao.pt/assets/pdf/c8fedf7609a9f7003a7805d8ceee70eb.pdf.
[3] - CABRAL, Bruno [et al.], "ip-CDS MAdServ - Mobile Advertising Server," Revista Saber & Fazer, 2009, Vol. 2.
[4] - Java Platform, Enterprise Edition. (s.d.). Obtido de Java Platform, Enterprise Edition: http://docs.oracle.com/javaee

CV dos autores

CV DOS AUTORES

Laura Paiva, licenciada em Matemática, ramo de Ciências da Computação pela Universidade de Coimbra e Mestrado em Engenharia Eletrónica e de Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro. Desde 1991 a exercer funções na PT Inovação na área de Engenharia de *Software*, nomeadamente na gestão de redes e desenvolvimento de aplicações em ambientes distribuídos. Participou em diversos projetos Europeus no âmbito de gestão de redes. Mais recentemente desempenha funções de engenheira de *software* na área de plataformas e serviços de valor acrescentado, nomeadamente a suite *ip*-CDS, onde se inclui o MAdServ.

Bruno Cabral, licenciado em Engenharia Informática e Computação pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, participa, desde 2003, em diversos projetos na área de Internet Móvel da PT Inovação, desempenhando funções sobretudo de engenharia de *software*, como a arquitetura e o desenvolvimento de novas plataformas e produtos. É responsável pela conceção e implantação de Serviços de Valor Acrescentado, através da evolução das plataformas MWiPEP (*Multimedia Wireless Internet Portal*, que suporta os portais móveis de alguns operadores do Grupo), DiNO (*Download Innovation*, sistema de gestão e distribuição de conteúdos, como áudio, vídeo, jogos ou aplicações) e MAdServ (*Mobile Advertising Server*), bem como na exploração de ambientes móveis de execução de aplicações (nomeadamente Android, iOS e Windows Phone) capazes de tirar partido das funcionalidades dos SVA dos operadores.

7 *Mobile Parking* – Pagamento Móvel de Estacionamento PT

palavras chave

Mobile Parking; Mobile Money; Multi-tenant


ANDRÉ SANTOS


JOÃO PEIXOTO


JOSÉ BONNET


LUIS CORTESÃO


PAULO CAETANO


PAULO MARCELINO


SARA MARTINS

Mobile Money é um termo que designa a manipulação de dinheiro (virtual) por intermédio de um telemóvel. Este tipo de manipulação é particularmente adequado ao estacionamento em via pública ou parque fechado, já que introduz um conjunto significativo de vantagens, quer para o cliente quer para o fornecedor da solução, e levanta em simultâneo um conjunto interessante de desafios técnicos e de segurança em soluções deste tipo.
Esta problemática é endereçada no Grupo PT pelo produto Pagamento Móvel de Estacionamento PT (desenvolvimento conjunto PTIN/PTSI), que é descrito neste artigo, juntamente com um enquadramento atual deste negócio e a forma como ele favorece a emergência de um produto de pagamento móvel de estacionamento.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

No universo de oportunidades de *Mobile Money*, termo genérico que designa a manipulação de dinheiro (virtual) por intermédio de um telemóvel, existem produtos que se destinam ao pagamento de serviços com caraterísticas transacionais/temporais.

O estacionamento em via pública ou parque fechado é um desses casos e é endereçado no Grupo PT pelo produto Pagamento Móvel de Estacionamento PT (desenvolvimento conjunto PTIN/PTSI).

Este artigo aborda o enquadramento atual deste negócio e a forma como ele favorece o aparecimento de um produto com estas características. De seguida identifica-se a multiplicidade de vantagens que são permitidas às entidades gestoras de estacionamento e aos utilizadores finais. Passando ao detalhe das principais caraterísticas do produto, descrevem-se as opções tecnológicas relevantes, terminando com a identificação do *roadmap* e as principais vantagens para o grupo PT.

2. MOBILE PARKING

MOBILE PARKING

O estacionamento na via pública é um vetor fundamental para uma Política de Mobilidade Urbana eficaz. As estratégias de reordenamento e reabilitação do espaço urbano conduzem ao alargamento das áreas de parqueamento público e ao consequente aumento da utilização das mesmas, tornando-se essencial assegurar condições otimizadas de funcionamento.

A solução atual, baseada na utilização de parquímetros, levanta um conjunto de problemas e limitações, nomeadamente:

- Exposição ao vandalismo - a inoperabilidade dos parquímetros é um fator que requer um investimento constante em manutenção e consequente mão-de-obra humana;
- O roubo de moedas ou danificação para obter tempo de estacionamento grátis – impedem a introdução de moedas no sistema por utilizadores posteriores;
- A inexistência de soluções alternativas de pagamento não permite otimizar as condições de uso e de controlo do cumprimento das regras do estacionamento.

Neste sentido, surge a necessidade de oferecer soluções passíveis de uma utilização simples e generalizada, que potenciem a geração de maiores receitas de exploração dos meios.

O produto Pagamento Móvel de Estacionamento PT, permite responder aos problemas e limitações atrás identificados, oferecendo aos clientes finais a possibilidade de efetuar o pagamento do estacionamento através do seu equipamento móvel.

Este produto oferece um conjunto de vantagens para os vários atores envolvidos no ato de pagamento de estacionamento. Assim, para as Entidades Gestoras de Estacionamento, destacamos as seguintes vantagens na adoção de um produto com estas características:

- **Geração adicional de receitas** – alternativas de pagamento independentes dos parquímetros;
- **Redução de custos** – manutenção, reabastecimento, furtos;
- **Gestão otimizada dos recursos existentes** – acomodar novos usos e novas tendências sociais;
- **Melhoria da qualidade de serviços e das**

→→

opções dos utilizadores – flexibilidade de pagamento;
• **Relacionamento qualitativo com os utilizadores** – estratégias de gestão de incentivos, coordenação com comerciantes ou fatores de atração no local;
• **Encaixe de receita prévia proveniente dos carregamentos pré-pagos** – mesmo que o utilizador não efetue estacionamentos;
• **Melhoria da acessibilidade dos estacionamentos em via pública.**

Para os utilizadores finais, os principais benefícios advêm de:

• **Autonomia e comodidade acrescidas** – aumento das opções de pagamento e possibilidade de prolongamento de estacionamento à distância;
• **Gestão *online* da utilização do serviço de estacionamento** – através do portal de cliente, há possibilidade de consultar o histórico de estacionamento e efetuar o carregamento da carteira virtual;
• **Maior controlo do serviço** – disponibiliza a receção de alertas quando o tempo de estacionamento está próximo do final;
• **Benefício de incentivos de utilização** – fácil incorporação de bónus de carregamento, cartões de fidelidade ou descontos no comércio local;
• **Recibo de carregamento *online*** – é possível obter recibos de estacionamento através do portal;
• **Maior segurança na via pública** – diminuição potencial de ocorrências de furtos ou vandalismo próximos dos equipamentos.

3. PAGAMENTO MÓVEL DE ESTACIONAMENTO PT

PAGAMENTO MÓVEL DE ESTACIONAMENTO PT

O Pagamento Móvel de Estacionamento PT (ver Figura 1) é um produto que pode ser usado por utilizadores anónimos ou registados para realizar pagamentos de estacionamento através de vários canais, destacando-se as seguintes funcionalidades:

• Múltiplos e abrangentes canais de acesso, independentemente do telemóvel que o utilizador possua (desde os mais simples até aos *smartphones*);
• Pagamento sem necessidade de registo prévio, já que possibilita a utilização de *MB Phone* para pagamentos sem necessidade de registo como cliente;
• Pagamento com carteira virtual, mediante registo gratuito, em que o utilizador pode efetuar pagamentos de forma mais cómoda e rápida, utilizando o saldo da sua conta virtual. Este saldo pode ser carregado quando o utilizador desejar;

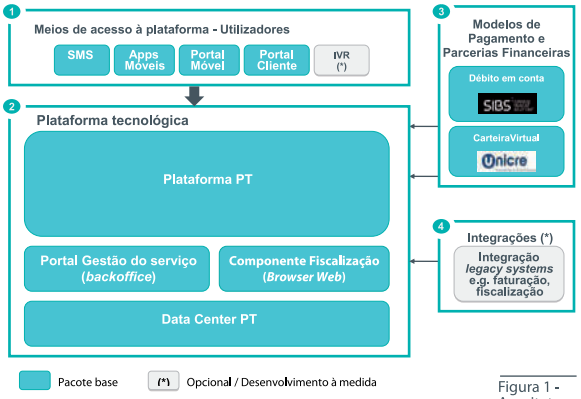


Figura 1 - Arquitetura do produto

• Estacionamento na via pública através das Apps iPhone e Android / canal SMS / canal IVR / *Web* Móvel (ver Figura 2) recorrendo às seguintes modalidades;
› "Fim não definido": permite iniciar o estacionamento até ao limite máximo definido para a zona escolhida. Esta opção é útil quando se desconhece o tempo que irá estar estacionado, podendo a qualquer instante dar indicação de fim de estacionamento, sendo apenas cobrado o custo de estacionamento ocorrido;
› "Fim definido": indicando o valor monetário (em euros e cêntimos), período de fim ou duração pretendida de estacionamento. Esta modalidade corresponde ao pagamento tradicional por um período/montante fixos. Após um pagamento, o utilizador pode efetuar prolongamento do estacionamento já em



Figura 2 - Apps Android e iOS

atividade, seja por novo valor monetário, tempo, ou duração. Poderá também efetuar o prolongamento até ao limite máximo para a zona escolhida.

Permitirá também o pagamento de estacionamento em parque fechado (acesso com cancela ou similar) através do pagamento do *ticket*. O utilizador especifica o número que consta no *ticket* recebido à entrada do parque e efetua o seu pagamento sem necessidade de se dirigir ao terminal de pagamento automático do mesmo. Ao receber a confirmação basta apenas sair do parque com o mesmo *ticket*. Está a ser avaliada a utilização de QR *Codes* e NFC para otimizar a experiência de utilização no acesso e pagamento em parques fechados.

Através do Portal de Cliente (Figura 3) é possível a qualquer utilizador visualizar informações sobre o serviço e o seu funcionamento (estacionamentos efetuados, efetuar o registo no sistema, pré-carregar a *wallet* do serviço – carteira virtual para pagamento de estacionamento, pré-carregada utilizando, por ex., cartão de crédito).

Existe um Portal de Gestão (Figura 4) que permite ao gestor do serviço efetuar a consulta de clientes, pagamentos e estacionamentos, identificar os motivos de tentativas de pagamento não autorizadas, visualizar diversos relatórios e permite ainda a gestão e configuração da aplicação (zonas, tarifários e restrições de utilização, nomeadamente).

As necessidades dos fiscais são supridas pela disponibilização de uma aplicação de fiscalização (Figura 5) desenvolvida expressamente para *browsers web* de equipamentos móveis, permitindo efetuar a identificação dos veículos estacionados através do serviço.



Figura 3 - Página de entrada do Portal de Cliente



Figura 5 - Portal de fiscalização



Figura 4 - Exemplo duma página do Portal de Gestão

4. TECNOLOGIA

O produto Pagamento Móvel de Estacionamento é baseado numa *framework* desenhada pela PTIN e designada por *Financial Transaction Management* (FTM), beneficiando das sinergias associadas à utilização de uma infraestrutura comum para o universo de produtos *Mobile Money*. Por esse facto, o produto incorpora uma multiplicidade de canais de acesso (neste momento Apps, SMS, IVR, *Web* móvel) e adaptadores de pagamento, aos quais podem muito facilmente ser acrescentados novos. Pode, desta forma, adaptar-se às caraterísticas de cada cenário de utilização, comportando os modelos de negócio e de utilização específicos e evoluindo para incorporar outros sem impactar no desenho e implementação das funcionalidades de serviço disponibilizado.

A isso acresce:

• a utilização inteligente de Infraestruturas TI, baseadas em tecnologia *state-of-the-art* e em *Data Center* PT, nomeadamente *cloud computing*, com ambiente otimizado para maximizar a disponibilidade, *performance*, segurança, flexibilidade e continuidade do negócio;
• uma arquitetura *multi-tenant* (Figura 6) que permite diversas instâncias virtuais e customizadas a cada cliente (nacionais e internacionais). A cada novo cliente é gerada mais uma instância do sistema, o que inclui uma instância do motor do sistema, do Portal de Gestão e do Portal de Fiscalização. Cada um destes componentes tem a sua configuração própria, o que inclui, mas não só, a configuração de tarifários, zonas de estacionamento, imagem dos portais. Cada cliente mantém ainda uma base de dados fisicamente separada das restantes, o que eleva o nível de confidencialidade da informação. Esta abordagem facilita a manutenção deste produto, uma vez que para atualizar todas as instâncias, apenas é necessário criar novas configurações ajustadas ao novo serviço e suportadas numa nova instanciação da base de dados. Os canais de acesso – Apps, SMS e IVR – são partilhados por todos os clientes. Mediante o cliente (ex: Sintra, Lisboa, Porto, …) escolhido pelo utilizador final para iniciar uma nova operação, o canal estabelece a comunicação com o respetivo *tenant*;
• a metodologia de gestão de projeto utilizada foi o SCRUM, uma das mais conhecidas no mundo *Agile*, na qual se aplicam a iteratividade e entrega cíclica de funcionalidades, e a pilha de tecnologias utilizada envolve a *framework* "Ruby on Rails", o sistema de gestão de base de dados PostgreSQL e o servidor aplicacional TorqueBox. Todo o desenvolvimento foi guiado com a modularização de componentes em mente, o que se traduz numa arquitetura em que é requerido o mínimo de esforço para selecionar unicamente os componentes pretendidos para compor uma solução. Como componentes nestes sistemas temos tarifação, adaptadores de pagamento, canais de acesso, notificações, carteira virtual entre outros.

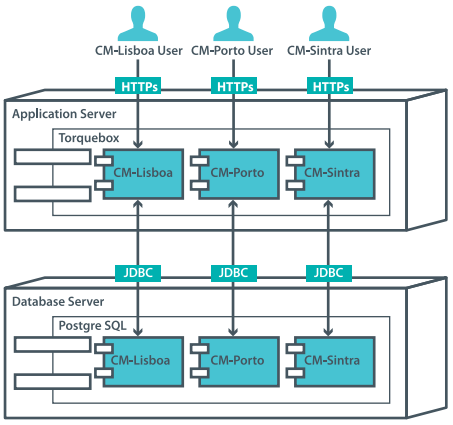


Figura 6 - Arquitetura *Multi-Tenant* (Nota: os nomes das Câmaras Municipais utilizados são meramente exemplificativos).

5. ROADMAP DO PRODUTO

O plano de desenvolvimento evolutivo da solução, alinhado com a estratégia transversal da PT para a área dos pagamentos móveis, prevê:

• a adição de novos canais de pagamento e tecnologias (e.g. pagamentos por tecnologia de proximidade – NFC e QR*Codes*);
• o carregamento de Carteira Virtual via referência Multibanco, por PayPal,…;
• o desenvolvimento de facilidades para gestão de residentes e avenças diárias;
• a implementação de mecanismos de

benefícios e campanhas-bónus de carregamento, cartões de fidelidade ou descontos no comércio local;
• a utilização de georreferenciação para tornar automática a introdução da zona onde se está a estacionar;
• a inclusão de mecanismos de OCR (*Optical Character Recognition*) no reconhecimento de matrículas, para acrescentar usabilidade ao processo de fiscalização;
• a incorporação de Módulo de Emissão e Gestão de Contraordenações.

Estas funcionalidades estão a ser avaliadas na ótica de produto e poderão ser alteradas consoante as necessidades do mercado.

CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

Em conclusão, a solução de *Mobile Parking* PT acrescenta valor à experiência do utilizador final, permite às entidades gestoras de estacionamento uma otimização dos seus processos e ao Grupo PT consolidar o seu posicionamento na área dos pagamentos móveis.

CV DOS AUTORES

André Manuel Santos, Mestrado em Engenharia Informática e Computação na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. A sua experiência e interesses centram-se sobretudo no desenvolvimento *Web* e de aplicações móveis. Como colaborador da PT Inovação desde 2011 tem participado no desenvolvimento de produtos da área *mobile money* ParkNow e Pocket Account.

João Peixoto, licenciatura em Engenharia Informática e Computação na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Iniciou a colaboração com a PT Inovação em 2005 onde desenvolveu trabalho nas áreas de desenvolvimento do NGIN (NGIN-Care, NGIN-Roaming), desenvolvimento do Quantum (Active Customer Hub), testes automatizados, gestão de configurações do PDSNG e mais recentemente desenvolvimento para produtos na área de *mobile money* (ParkNow e Pocket Account).

CV dos autores

José Bonnet, licenciado e mestrado (pré-Bolonha) em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (Sistemas Digitais) na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, liderou a equipa de Sistemas de Informação do Pólo do Porto da PT Inovação entre 1999 e 2008, a equipa de Desenvolvimento de Serviços e Inteligência no Negócio, para os clientes de África Subsariana e Ásia Pacífico, entre 2008 e 2010 e as equipas de Processos de Clientes e Testes Automáticos até Setembro de 2011. Desde então lidera a equipa responsável pela área de *Mobile Money*.

Luis 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, gestão do conhecimento, *Revenue Assurance* e *Business Intelligence*. Responsável pelo desenvolvimento de sistemas de gestão de fraude. Gestão de produto, desenho e arquitetura de soluções na área de *Mobile Money*.

Paulo Caetano, Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica (5 anos) pela Universidade Nova de Lisboa. Como colaborador da PT Sistemas de Informação participou no desenvolvimento de uma vasta gama de soluções de *software* como consultor / programador e mais recentemente como líder / arquiteto técnico e SCRUM *Master* na área de produtos (DGO/NID) onde manteve o foco em soluções financeiras.

Paulo Marcelino, licenciatura em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra. Pós-Graduação em Sistemas de Informação pelo Instituto Superior Técnico. PMP, CSM e IPMA-Nível D.
Iniciou a colaboração em 1998 no CET e posteriormente na PT Inovação, onde desenvolveu aplicações de Cadastro de Rede, Gestão de Avarias e Gestão de Frotas.
Foi responsável pelo desenvolvimento de sistema de *Customer Care* (NGIN Care FM) na área NGIN.
Desempenha desde 2005 as funções de gestão de projeto nas áreas BSS e *Mobile Money*.

Sara Martins, gestora de produto na PT SI desde 2009, é licenciada em Gestão de *Marketing*. Como colaboradora da PT SI fez parte do planeamento e conceção da maioria das ofertas estruturadas que a PT SI lançou desde então. Gere maioritariamente produtos nas área dos Pagamentos, nomeadamente Pagamentos *Online* e Pagamentos *Mobile*, Aplicações Móveis e Soluções de *Social Media*. Acompanha as tendências do mercado, avalia a viabilidade das mesmas e define a estratégia de *marketing* a adotar, desde o planeamento do *roadmap* dos produtos, conceção de material promocional, divulgação e demonstração das ofertas, até ao acompanhamento dos clientes antes e após venda.

8 Os processos de negócio das Operações e a *suite* NOSSIS

palavras chave

Processos fim-a-fim, NOSSIS, OSS, Suporte às Operações, Projeto e Construção, Provisão, Gestão de Problemas, Qualidade de Serviço (QoS)


DULCE TELES


JOSÉ FERNANDES


FERNANDO BASTOS


PAULO GONÇALVES


SERGIO PENNA

A rentabilização máxima de recursos no sentido de se obter o maior retorno operacional possível, assume particular relevância nos operadores de telecomunicações devido às seguintes características:

- É dos setores em que a evolução tecnológica tem mais impacto;
- A diversidade de tecnologias, fornecedores e serviços criam um mapa operacional complexo;
- A dinâmica da criação e mudança dos serviços exige uma resposta rápida e adaptativa da infraestrutura que os suporta;
- A quantidade e os diferentes tipos de equipamentos existentes na rede exigem um controle dos recursos instalados ao nível da sua localização e disponibilidade.

Para dar resposta a estas e outras tantas particularidades os operadores têm de apostar em soluções de gestão dos recursos da rede integradas com os processos operacionais de aprovisionamento, manutenção, monitoria de desempenho e correção de problemas.

Este artigo propõe-se:

- Caracterizar os processos típicos que suportam as operações num operador de telecomunicações, tendo por base o mapa de processos do TMForum;
- Os benefícios de negócio decorrentes da introdução duma solução integrada de Sistemas de Suporte às Operações (OSS);
- Divulgar a *suite* NOSSIS da PT Inovação, e como a solução endereça os processos fim-a-fim das operações.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

No sector das telecomunicações as empresas debatem-se, numa base quase diária, por oferecer produtos e serviços diferenciadores com o maior valor acrescentado, num esforço incessante de ganhar quota de mercado e manter a lealdade dos seus clientes. Segundo o estudo do TM Forum Business Benchmarking 2012, cerca de 60 % do crescimento em receitas dos operadores resulta do lançamento de novos produtos e serviços. O ecossistema em que atuam é muito dinâmico influenciando continuamente os modelos de negócio e, consecutivamente, os processos operacionais que lhes dão suporte.

Cumprir os níveis de serviço acordados, a um custo 'adequado' e obter lucro é um enorme desafio. Para ter sucesso, o operador necessita executar os seus processos com a máxima agilidade, simplicidade e eficiência. Por outro lado, e para se diferenciarem entre si, os operadores estão cada vez mais a tomar iniciativas no sentido de melhorar a qualidade experimentada pelo cliente na interação com o operador.

Esta estratégia passa, não só mas também, por apostar em soluções de gestão dos recursos integradas com os processos operacionais de projeto e construção, aprovisionamento, monitoria de desempenho e gestão de problemas.

Neste contexto surge a *suite* NOSSIS®, uma arquitetura OSS que inclui um conjunto de produtos nas áreas de *Operations Support and Readiness* (OS&R), *Fulfillment* e *Assurance*, totalmente integrada, multitecnologia, multifornecedor e multisserviços.

2. OS PROCESSOS DE NEGÓCIO NAS OPERAÇÕES DUM OPERADOR DE TELECOMUNICAÇÕES

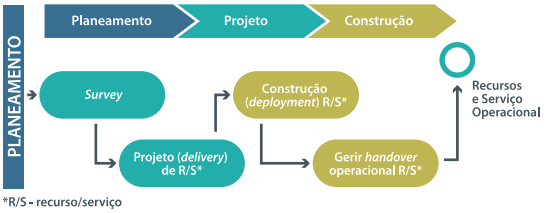
Segundo a *Framework* eTOM (*enhanced Telecom Operations Map*), os processos de negócio de um operador de telecomunicações são estruturados em grupos com visão fim a fim: *Operations; Strategy; Infraestructure; Product e Enterprise Management*. Transversalmente, estes processos são cortados por subdivisões funcionais como: *Market, Product & Customer, Service, Resource* e *Supply / Partner.*

No âmbito deste artigo, vão-se considerar os processos pertencentes ao grupo *Operations* centrados no cliente, no serviço e na rede, com foco especial para as áreas de *Fulfillment e Assurance* e processos associados de suporte (*Operations Support and Readiness*). Assim os processos analisados serão essencialmente os seguintes: Gestão de Projeto e Construção, Provisão de Serviço, Gestão de Problemas, Qualidade de Serviço.

2.1. GESTÃO DE PROJETO E CONSTRUÇÃO

Este processo tem como objetivo assegurar o planeamento, projeto e construção dos recursos (equipamentos e rede) e serviços e o *handover* operacional com a passagem da informação para o cadastro. Ver Figura 1.

Figura 1 -
Projeto & Construção - Atividades



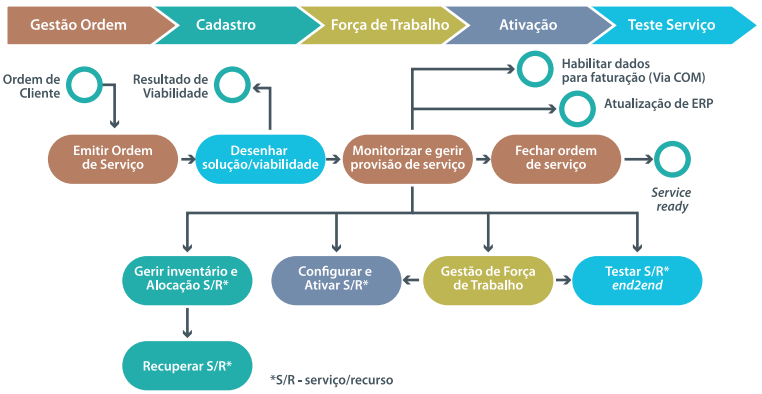


Figura 2 - Provisão de Serviço - Atividades

O planeamento necessita de recolha e qualificação da informação de capacidade bem como a análise das necessidades, de forma a garantir os níveis de capacidade adequados para suportar a operação. Especifica o âmbito da gestão da capacidade, incluindo a definição dos KPI (*Key Performance Indicator*) e métodos de medida. Após a fase de planeamento e desenho, o plano de implementação (projeto) tem de ser desenvolvido e executado. Para que o projeto seja elaborado podem ocorrer atividades de *survey* no terreno para garantir que toda a informação está disponível e atualizada. Por fim, seguem-se as atividades no terreno de construção. Após a finalização da construção, é necessário gerir o *handover* e colocar os recursos ao serviço e os dados em cadastro.

2.2. PROVISÃO DE SERVIÇO

PROVISÃO DE SERVIÇO

Inclui todas as atividades que tratam uma solicitação de cliente e disponibilizam um produto 'Pronto para Utilização'. Ver Figura 2. Envolve a recolha de informação desde o atendimento na ordem do cliente, acionando o processo de provisão relevante com a entrega da ordem à camada do serviço/recurso. Uma vez que o produto esteja aprovisionado com sucesso (incluindo disponibilização do serviço, habilitar faturação e atualização de existências), a ordem é fechada e posteriormente a satisfação do cliente deverá ser avaliada. O processamento da ordem inclui a verificação das especificações do serviço/recursos, a análise da viabilidade do serviço/recursos e a identificação dos recursos envolvidos. Em seguida ocorre a reserva ou libertação dos recursos críticos, seguida pela implementação da ordem com ativação manual (*workforce*) e/ou automática (ativação). No final deste processo é executado um teste global de aceitação.

2.3. GESTÃO DE PROBLEMAS

O objetivo deste processo é a gestão de problemas, iniciando com uma ocorrência gerada essencialmente na rede (falhas/alarmes) ou na reclamação do cliente, contemplando a sua análise, identificação da causa raiz e a resolução e teste final. Ver Figura 3.

Com origem no cliente o processo recebe e trata as reclamações dos clientes, fornecendo

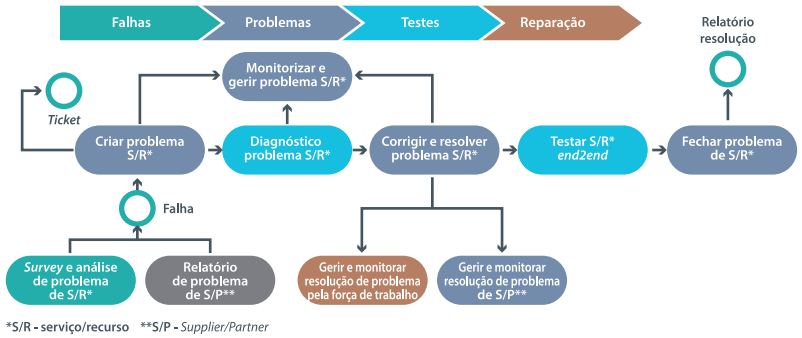
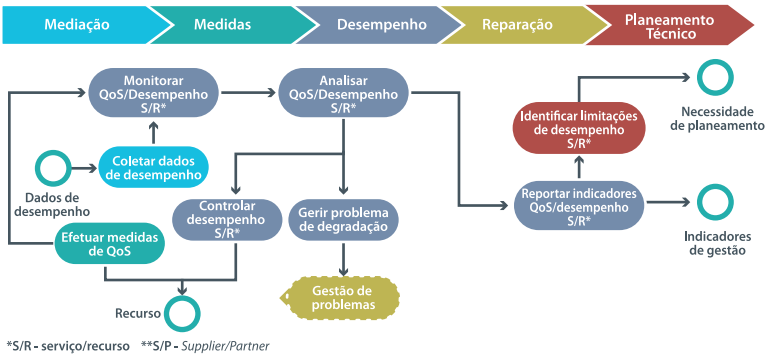


Figura 3 - Gestão de Problemas - Atividades

GESTÃO DE PROBLEMAS

Figura 4 - Qualidade de Serviço - Atividades



o *status* de reparação ou reativação dos produtos e serviços. Inclui as atividades de acompanhamento da resolução do problema, de forma a assegurar que a mesma ocorre com eficácia. Com origem na rede o processo recebe falhas/alarmes e identifica potenciais problemas (*tickets*) associados.

O processo cobre a análise (incluindo diagnóstico), classificação e reparação do problema (ao nível do serviço ou do recurso). Uma vez identificada a causa raiz e resolvido o problema, é efetuado o teste de aceitação (e2e) e o *ticket* é fechado.

2.4. QUALIDADE DE SERVIÇO

O objetivo deste processo é assegurar a monitoria de desempenho quer passiva (recolha de indicadores de recursos e de *probes*), quer ativa (efetuar medidas de utilização da rede e de serviços com *probes*), monitoria e deteção de violação de SLA (*Service Level Agreement*) e produção de relatórios e indicadores. Ver Figura 4.

QUALIDADE DE SERVIÇO

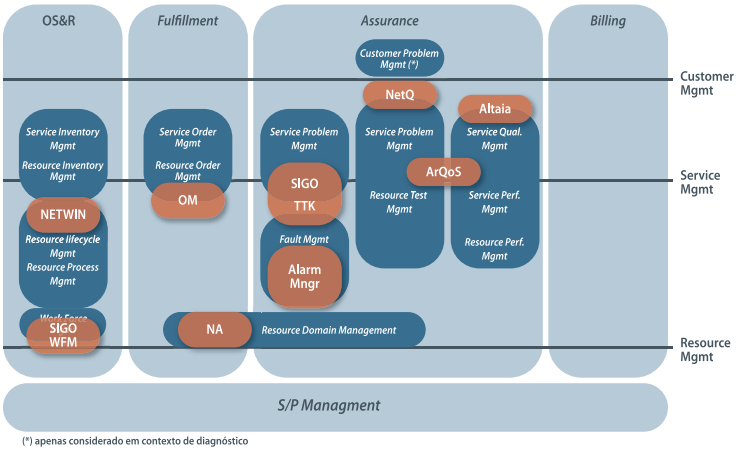
O processo, recebe indicadores de desempenho dos recursos (com periodicidades pré-definidas) e dos sistemas de *probing* (intrusivas e não intrusivas) e efetua a geração de métricas de QoS de serviço e de recursos. Analisa e compara as métricas com limiares de SLA e caso detete degradação dos recursos ou dos serviços gera um problema de degradação. Caso seja possível, efetua controle nos recursos de forma a minimizar a degradação detetada. No final reporta indicadores para planeamento, operações ou organismos externos (por exemplo entidades reguladoras), entre outros.

2.5. PROCESSOS DE SUPORTE

Além dos processos destacados nas secções anteriores, existem outros processos de suporte, que contribuem para a automatização das atividades, dos quais se destacam alguns exemplos:

- Descoberta e Reconciliação;
- Manutenção Preventiva;
- Gestão de Ciclo de Vida;
- Gestão de Logística.

Figura 5 - *Suite* NOSSIS representada no mapa de referência



(*) apenas considerado em contexto de diagnóstico

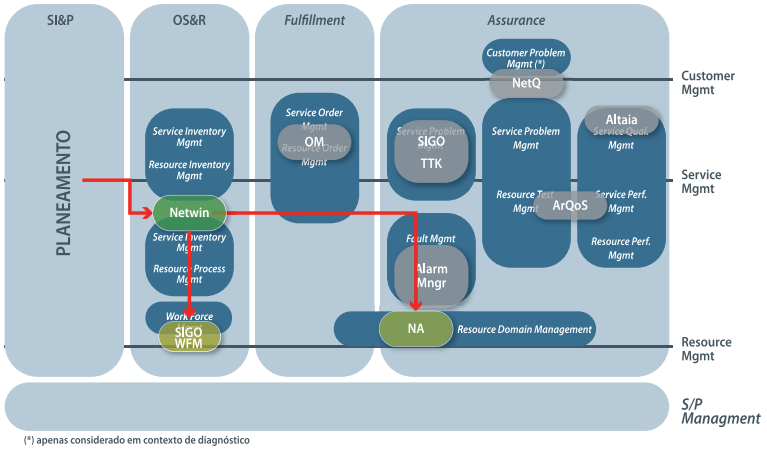


Figura 6 - Projeto & Construção – Participação dos sistemas NOSSIS

3. SUITE NOSSIS – O QUE É?

SUITE NOSSIS – O QUE É?

A PT Inovação tem no seu portfólio uma família de produtos OSS intitulada **NOSSIS®** ***(Network Operations Support Systems Integrated Solutions)***. Estes produtos são hoje o resultado de vários anos de experiência comprovada na área tendo como perspetiva e objetivo primordial contribuir para a consolidação da capacidade competitiva dos clientes.

Têm vindo a ser seguidos os mais exigentes requisitos dos *standards* ***TMForum Frameworx***, considerados como as melhores recomendações internacionais na área de telecomunicações e como principal referência das boas práticas.

O sucesso da *suite* **NOSSIS®** deve-se muito à experiência acumulada com as várias implementações já efetuadas um pouco por todo o mundo. Os comentários e sugestões recebidas dos clientes têm tido também um papel fundamental na evolução daquilo que são hoje os produtos OSS, assegurando grandes vantagens competitivas.

Apresenta-se, na Figura 5, a *suite* de produtos NOSSIS sobre o mapa de referência eTOM, incluindo: Netwin, SIGO WFM, Order Manager (OM), Network Activator (NA), SIGO TTK, Alarm Manager, NetQ, Altaia e ArQoS.

Para maior detalhe em cada sistema consultar a documentação NOSSIS, identificada em [7].

Todos estes sistemas disponibilizam interfaces que permitem a sua integração direta, ou via ESB, permitindo suportar as operações e os processos de negócio do operador.

3.1. SUPORTE AO PROCESSO DE PROJETO E CONSTRUÇÃO DA REDE

Este processo arranca com a fase de *Survey*, a qual no início de um projeto permite examinar e inspecionar o terreno, efetuando um levantamento no terreno utilizando a ferramenta de *surveys* e importando a informação recolhida para o **Netwin**. Ver Figura 6. O projetista com base nos dados dos *surveys* e nas diretivas da empresa inicia o processo de projeto, definindo a rede de infraestruturas necessária e projetando os elementos de rede a contemplar, utilizando para o efeito as funcionalidades disponíveis no **Netwin**.

Concluído o projeto, este tem de ser validado através do **Netwin**, iniciando-se de seguida o processo de construção. As principais atividades têm a ver com o controle das tarefas de construção de rede necessárias para suportar o projeto e interagir com os sistemas de controlo de força de trabalho – **SIGO WFM**. Durante este processo, e caso sejam possíveis atividades de configuração de rede automáticas, estas serão executadas via NA. Quando a construção está concluída e o cadastro atualizado, este é novamente validado, passando-se para a fase de aceitação. Só após a aceitação a rede e respetivos elementos passam para exploração.

A fase de *handover* é a fase final e corresponde à disponibilização do serviço/recurso para efeito de provisão. Entre as ações desta fase destacam-se a

incorporação no cadastro dos elementos de rede e rede, e a realização das ações de configuração de base necessárias (incluindo ativações de monitoria de desempenho).

3.2. SUPORTE AO PROCESSO DE PROVISÃO DE SERVIÇO

SUPORTE AO PROCESSO DE PROVISÃO DE SERVIÇO

Durante a execução das ordens de cliente, o CRM (*Customer Relationship Management*) identifica quais os serviços comerciais que requerem provisão técnica, criando ordens de serviço e requerendo ao **OM** a sua execução. Os pedidos podem ser de novos serviços ou ainda alteração (tais como mudança, migração, suspensão, restabelecimento) ou remoção de serviços anteriormente disponibilizados. Ver Figura 7. Para controlar a execução de ordens de serviço o **OM** recorre ao sistema de cadastro **Netwin** para efetuar seleção, reserva e atribuição ou libertação de recursos necessários à provisão.

Após a obtenção da atribuição de recursos do **Netwin**, o **OM** identifica quais os serviços e recursos que requerem provisão técnica com ativação, emitindo pedidos de configuração a serem concretizados pelo **NA**, bem como os que requerem intervenção humana, emitindo pedidos de intervenção a serem concretizados através do controle do **SIGO WFM**. O instalador, no contexto de uma atividade de **WFM**, pode solicitar testes ao **NetQ** que ajudem a validar as ações já realizadas e/ou a diagnosticar o estado do serviço, ou ainda a realizar configurações finais que facilitem a autonomia do técnico na tarefa de instalação.

Antes de poder finalizar a execução das ordens de serviço, o instalador, no contexto de uma atividade de **WFM**, pede um teste ao **NetQ** a fim de verificar que o serviço se encontra estabelecido e em perfeito funcionamento antes de o poder entregar ao cliente e iniciar a faturação. Uma vez concluída a ordem de trabalho, o **SIGO WFM** informa o **OM** deste facto.

Efetuados todos os passos necessários à concretização da provisão do serviço é obtido o *Ready for Service* (RFS), fechada a ordem de serviço e reportado o facto ao CRM.

3.3. SUPORTE AO PROCESSO DE GESTÃO DE PROBLEMAS

Um problema pode ter diversas origens, desde uma reclamação do cliente via CRM, ou um alarme identificado pelo **Alarm Manager**, proveniente da rede. Ver Figura 8. No caso da reclamação dum cliente, pode ser usado de imediato pelo *front office* o **NetQ** com facilidades de diagnóstico e realização de ações remotas que facilitam o despiste e até mesmo a resolução de diversas situações. Caso o problema persista, este é enviado pelo CRM para registo no **SIGO TTK**, este consulta o **Netwin** para enriquecer o *ticket* com informação de inventário. Verifica também se problemas similares já existem e se eventualmente se enquadrar numa avaria comum já conhecida o **SIGO TTK** notifica o CRM desse facto. Caso contrário, analisa e avalia soluções para o problema, identifica os participantes a envolver e elabora e executa plano com as atividades necessárias à resolução do problema identificado. Em

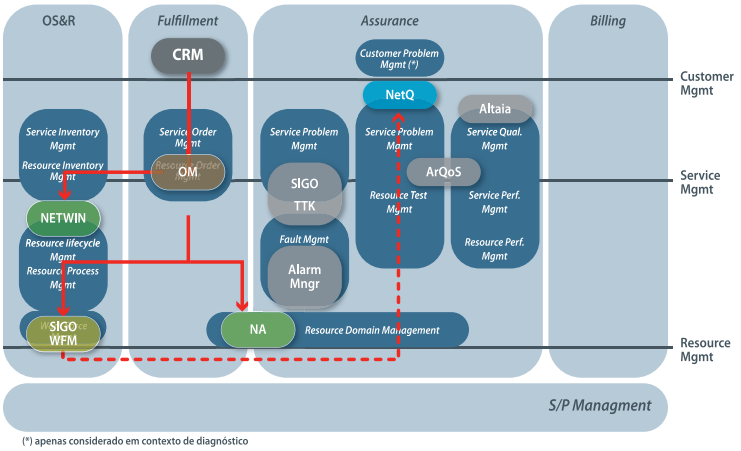


Figura 7 - Provisão de Serviço Participação dos sistemas NOSSIS

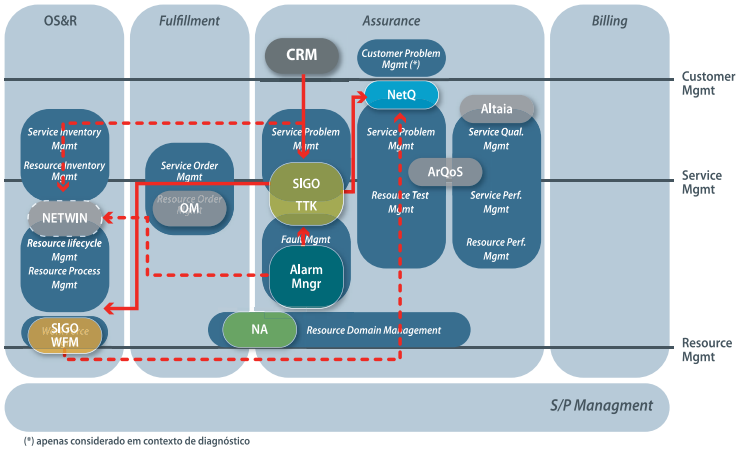


Figura 8 - Gestão de Problemas - Participação dos sistemas NOSSIS

paralelo, entra com mais este problema no seu algoritmo de deteção de avarias comuns para identificar potenciais situações novas. O plano de atividades pode conter ações de correção automáticas na rede (que podem ser realizadas via mediação **NA**), ações remotas realizadas a pedido do técnico através dum OMC (*Operation and Management Center*), ou exigirem a intervenção local na rede ou mesmo em casa do cliente, sendo necessário deslocar uma equipa para o efeito ou envolver fornecedores, sendo estas atividades geridas pelo **SIGO WFM**. Qualquer equipa dispõe de meios para interagir com o **NetQ**, mesmo que no terreno (SMS, serviço de voz e aplicações para terminais móveis) e em qualquer fase, solicitar testes/diagnósticos de modo a identificar o problema e a verificar a efetividade da solução aplicada.

Após o problema ter sido resolvido, e a fim de verificar se o funcionamento do serviço está dentro dos parâmetros normais, é pedido pelo **SIGO TTK** ao **NetQ** a realização dum teste E2E (*End to End*) do serviço. O **SIGO TTK** documenta as atividades realizadas bem como a solução aplicada e uma vez reposto o funcionamento normal do serviço, é fechado o *ticket* e reportado o facto.

3.4. SUPORTE AO PROCESSO DE QUALIDADE DE SERVIÇO

O **NA** (mediação com a rede) coleta os dados de desempenho, seja dos elementos de rede seja de outros sistemas de gestão — ex: OMC e armazena-os numa base de dados padronizada. De forma complementar, o **ArQoS** pode colocar informação de QoS, proveniente de *probing* intrusiva e não intrusiva, para consumo pelo **Altaia**. O **Altaia** consulta o **Netwin** para efetuar o enriquecimento da sua DW de QoS com informação adicional de cadastro,

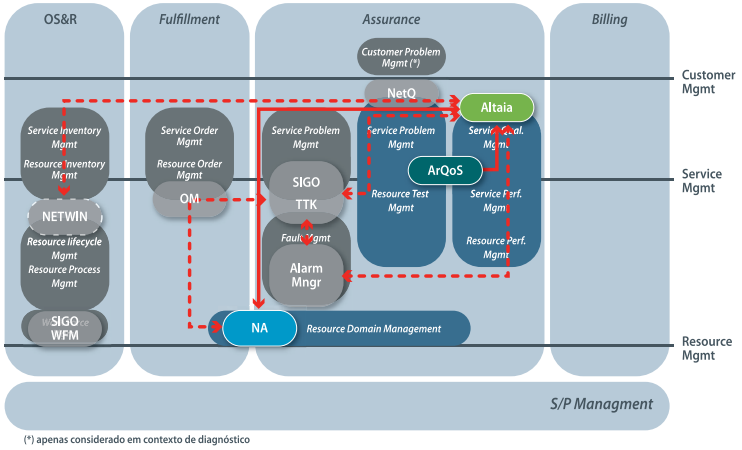


Figura 9 - Qualidade de Serviço - Participação dos sistemas NOSSIS

complementando a informação recebida da rede. Ver Figura 9.
As métricas (KPI e KQI – *Key Quality Indicator*) produzidas pelo **Altaia** podem identificar situações de degradação ou violação de limiares, podendo o **Altaia** enviar alarmes de desempenho para o módulo centralizado de alarmes do ***Alarm Manager.*** Uma vez identificado pelo módulo de gestão de alarmes de desempenho do **Altaia** um estado anormal ao nível da qualidade de serviço que precise de intervenção para ser melhorada/resolvida, o **Altaia** interage com o **SIGO TTK** para ser criado um *ticket*.

O **Altaia** permite a elaboração de relatórios de métricas, quer a partir de relatórios predefinidos, quer a partir de navegação na informação e elaboração de relatórios a pedido. Os relatórios poderão ser disponibilizados para a operação, planeamento ou outras entidades (por exemplo entidades reguladoras). Caso seja detetado degradação de desempenho da rede poderá ser iniciada uma atividade de reconfiguração da rede para colmatar as limitações detetadas.

CONCLUSÕES

Manter a competitividade num mercado dinâmico e turbulento como o de telecomunicações exige uma liderança forte e eficaz que permita antecipar os altos níveis de instabilidade e complexidade dos domínios tecnológicos e de mercado, revertendo-os em oportunidades de crescimento e diferenciação face à concorrência.

CONCLUSÕES

Os benefícios para o negócio decorrentes da utilização de uma solução integrada – mas não monolítica – de Sistemas de Suporte às Operações (OSS) são extensos. Segundo Katz e Pereira 2007, o TCO (*Total Cost of Ownership*) de uma *suite* integrada é cerca de 20% menor em CAPEX e 40% em OPEX do que uma *suite* com os melhores produtos de cada área. Além disto, a melhoria da eficiência organizacional, baseada na simplificação e normalização de processos, otimização do uso de recursos e controle operacional, tem um reflexo direto na qualidade percebida pelo cliente.

Assim a *suite* NOSSIS, centrada no cliente e na operação e não em silos/domínios tecnológicos, contribui fortemente para:

- Maximizar a automação e a eficiência operacional;
- Reduzir tempos e custos de operação, manutenção e integração;
- Reduzir o *time-to-market* de lançamentos de novos serviços;
- Diminuir o tempo de ativação de serviços;
- Gerir proactivamente a qualidade e desempenho das redes e serviços;
- Melhorar a resposta na resolução de problemas;
- Aumentar a satisfação do cliente final.

Outro ponto a ser realçado é que o conjunto de aplicações NOSSIS possui características funcionais e de escalabilidade que permitem a agregação de novas tecnologias, serviços, redes, etc., de forma a cobrir toda a gama de serviços oferecidos por um *Service Provider* (SP), desde a telefonia fixa até serviços de dados e TV, passando por telefonia móvel, Internet e outros. Essa característica poderá propiciar enormes ganhos operacionais e agilidade para o SP.

REFERÊNCIAS

[1] - GB_921_Getting_Started_with_eTOM_R9-0 – The Business Process Framework (eTOM) Suite, versão 9.0, Agosto 2010, TeleManagement Forum.
[2] - GB921_D_Release_9.0_v9.1.doc – The Business Process Framework (eTOM), Addendum D: Process Decompositions and Descriptions, versão 9.1, Agosto 2010, TeleManagement Forum.
[3] - GB921_E_Release_9.0_v9.1.doc – Business Process Framework (eTOM), Addendum E: End-to-End Business Flows, versão 9.1, Agosto 2010, TeleManagement Forum.
[4] - GB_929_Application_Framework_(TAM)_Release_4.5 – Application Framework (TAM), versão 4.3, Maio 2011, TeleManagement Forum.
[5] - TM Forum Business IQ, May 2012, (TM Forum Business Benchmarking 2012)
[6] - Assessing TCO for Best-of-Suite Versus Best-of-Breed Architectures in Communications Service Industry, Raul Katz and Juan Pereira, Abril 2007
[7] - NOSSIS_Overview_2012_v1.1, versão 1.1, Jun 2012, PT Inovação

CV DOS AUTORES

CV dos autores

Dulce Teles, Licenciada em Matemática, ramo de Estatística, Investigação Operacional e Computação pela Universidade de Aveiro em 1988. Na PT Inovação desde 1989, integrou o grupo de desenvolvimento de sistemas, primeiro na área da conservação e tráfego e em 1993 na área de gestão de redes (TMN -*Telecommunication Management Network*). Nesta área participou desde o início no desenvolvimento do sistema GEREX, na área de Testes e Diagnóstico, tendo sido responsável do projeto desde alguns anos a esta parte, nomeadamente de 2004 a 2011. Em 2010 participou no processo de obtenção da certificação CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) nível 3 para a direção de Sistemas de Suporte às Operações da PT Inovação.
Os conhecimentos adquiridos na área de processos e sistemas de suporte às operações (TM Forum) têm-lhe permitido participar em diversas ações de consultoria nesta área, nomeadamente para a PrimeSys em SP-Brasil em 2001, para a PT SGPS em Portugal em 2003 e para a Oi no RJ-Brasil em 2011. Atualmente desenvolve trabalhos na área de Arquitetura e Inovação de sistemas OSS da PT Inovação.

Fernando Bastos, Licenciado em Engenharia Eletrotécnica, pela Universidade de Coimbra em 1984, tendo obtido o grau de Mestrado em Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2001. Iniciou a sua experiência em telecomunicações no Centro de Estudos e Telecomunicações (CET) dos CTTs de Portugal em 1985, onde participou no desenvolvimento de sistemas de gestão para a rede de comutação de Portugal e posteriormente na definição e desenvolvimento de sistemas baseados na arquitetura TMN (*Telecomunication Management Network*). Tem vasta experiência na área de Sistemas de Gestão tendo participado em grupos de estandardização a nível Europeu (ETSI, RACE, ACTS e EURESCOM) e projetos de desenvolvimento a nível nacional e internacional entre 1986 e 1993, como quadro da Telecom Portugal, a empresa de Telecomunicações de Portugal. Foi responsável pelo desenvolvimento de sistemas de Gestão de Redes e Serviços para o grupo PT de 1993 a 2003, na empresa Portugal Telecom e desde 1999 da PT Inovação. Foi responsável pela Unidade funcional de Gestão de SLA e QoS entre 2003 e 2008. Coordenou as equipas de desenvolvimento dos sistemas Altaia (gestão de desempenho) e Centaur (Gestão de Fraude). Entre 2008 e 2011 foi responsável pela Divisão de Sistemas de Construção e Inventário de Rede na direção de Sistemas de Suporte às Operações coordenando o desenvolvimento das equipas do sistema Netwin de Construção e Inventário da PT Inovação.
Foi gestor de projetos de desenvolvimento de soluções de OSS para clientes da PT Inovação entre 2003 e 2011, nomeadamente para a implementação de soluções centralizadas de Gestão de QoS e de Inventário. Atualmente é responsável pela Divisão de Arquitetura e Inovação de sistemas OSS da PT Inovação.

José Pedro Fernandes, Licenciado em Engenharia Eletrotécnica pela Universidade de Coimbra em 1982, obteve o grau de Mestrado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 1997. Iniciou a sua experiencia profissional, ainda como estudante, na Oficina Regional de Correios do Centro em 1980. Após a conclusão da licenciatura transitou para a área em telecomunicações em 1982 e para o Centro de Estudos e Telecomunicações (CET) dos CTT de Portugal onde participou no desenvolvimento de sistemas de gestão para a rede de telecomunicações de Portugal e posteriormente na definição e desenvolvimento de sistemas baseados na arquitetura TMN (*Telecomunication Management Network*). Entre 1989 e 1992 desempenhou a função de Analista de Sistemas na Companhia de Eletricidade de Macau (CEM) após o que reingressou no CET. Em 1991/92 foi Assistente na cadeira de Ciências da Computação na Universidade de Macau. Tem vasta experiência na área de Sistemas de Gestão tendo participado em grupos de normalização a nível Europeu (ETSI, RACE, ACTS e EURESCOM) e projetos de desenvolvimento a nível nacional e internacional entre 1986 e 1993, como quadro da Telecom Portugal, a empresa de Telecomunicações de Portugal. Foi responsável pela análise e conceção de sistemas na área de gestão de redes com base nas normas TMN para o grupo PT de 1993 a 2003, na empresa Portugal Telecom e desde 1999 da PT Inovação. Foi responsável pela Unidade funcional Soluções OSS para Redes Fixas entre 2003 e 2008. Até esta data coordenou as equipas de desenvolvimento dos Sistema de Construção e Cadastro de Redes de Telecomunicações. Em 2008 cria a empresa ALL WAYS-SI, LDA onde tem desenvolvido um papel de consultor especialista nas áreas de processos de negócio e sistemas de informação OSS no contexto dos fornecedores de serviços de telecomunicações.

Paulo Costa Gonçalves, licenciado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 1995 e com pós-graduação em Gestão da Inovação e Conhecimento em 2004. Integrou a PT inovação na área dos serviços de engenharia em 1995 assumindo a criação da unidade de testes de equipamentos de transmissão em 2002. Em 2006 foi convidado a assumir a direção de Sistemas de Gestão, 2006/2007, seguida da direção de Sistemas e infraestruturas de redes, 2008/2009, na PT inovação Brasil. Atualmente é responsável pelo desenvolvimento e gestão do negócio do domínio OSS.

Sergio Penna, Engenheiro Eletricista pela Universidade Estatudal de Campinas (Unicamp), com MBA pela FGV/EAESP e especialização em Gestão de Projetos pela ESPM-SP. Atua desde 2003 na PT Inovação, sendo que os 6 primeiros meses na sede em Aveiro/Portugal e, atualmente, na matriz da PT Inovação Brasil, em São Paulo, como Gerente da área de OSS. Sólida experiência na área de OSS (Operations Support Systems), modelos NGOSS/Frameworx/TMForum (eTOM, SID, TAM), gestão de projetos e equipes. Participou ativamente na definição e desenvolvimento de produtos ligados a OSS, bem como em consultorias estratégicas de definição de arquitetura, mapa de sistemas e processos ligados a OSS/BSS para grandes empresas de telecomunicações no Brasil.

9 Monitoria e gestão de desempenho de redes domésticas

palavras chave

HGW, TR-069, OSGi, Altaia, Network Activator, Desempenho


LUÍS CASTRO


VITOR PINTO


ALEXANDRE LARANJEIRA


MANUEL AGUIAR

As ofertas de serviço *multi-play* dos operadores exigem um novo conjunto de meios que os irão ajudar a detetar, resolver e até antecipar problemas que acontecem no domínio da rede residencial, problemas estes que afetam diretamente a prestação dos seus serviços. Pelo facto de a *Home Gateway* (HGW) se situar na fronteira entre a rede de operador e a rede residencial, estar sob o total controlo do operador e cada vez mais permitir a execução de aplicações desenvolvidas por terceiros (ex. *framework* OSGi), ela apresenta-se como um elemento fundamental para o suporte dos processos de gestão de desempenho implementados nos sistemas de suporte à operação (OSS).

1. INTRODUÇÃO

A relevância dos processos de monitoria e gestão de desempenho na rede de um operador de telecomunicações é amplamente reconhecida e valorizada. Sistemas e processos nesta área têm vindo a ser desenvolvidos ao longo de muitos anos de experiência, e têm contribuído de forma determinante quer na redução de custos de operação, quer na melhoria da qualidade de serviço e qualidade de experiência dos utilizadores finais dos serviços fornecidos.

A disseminação de ofertas de serviços *3-play* e *4-play* trouxe consigo a necessidade de alargar o âmbito destes processos a um novo domínio: a rede doméstica. Esta rede apresenta um conjunto de desafios particulares, diferentes dos que tipicamente se encontram em todos os outros domínios de rede de um operador. Os elementos de rede são instalados na residência do cliente, em ambiente que não é de forma nenhuma controlado pelo operador, as topologias de rede escolhidas estão sempre condicionadas às circunstâncias de cada casa em particular, o acesso de gestão aos equipamentos não é simples, os equipamentos podem não estar permanentemente contactáveis e a diversidade de fabricantes e modelos de equipamentos pode assumir proporções consideráveis.

Numa primeira abordagem, os operadores usam indicadores de desempenho na fronteira da rede de cliente como sejam os indicadores disponibilizados pelos DSLAM ou OLT, no entanto, esta informação, apesar de ter grande valor, não é suficiente permitindo apenas medir o comportamento da rede do operador e no máximo, a componente da rede doméstica mais próxima da rede do operador.

Em redes domésticas que suportam serviços *3-play*, a *home gateway* representa a linha da frente da rede do operador e tipicamente é controlada por este, tendo acesso pleno de gestão sobre ela e sobre o *software* nela executado. Este representa portanto um dos pontos mais importantes para ações de monitoria, a partir do qual se pode ter uma visão privilegiada sobre a rede do cliente.

2. ESTADO DA ARTE

Existem algumas alternativas para efetuar a gestão de desempenho da rede doméstica (*Home Network*) que se apresentam de seguida.

2.1. PLATAFORMA BROADBAND FORUM TR-069

Devido à crescente complexidade das HGW fornecidas pelos operadores de telecomunicações a clientes domésticos no âmbito da prestação de serviços residenciais, o BBForum (*Broadband Forum*) especificou um protocolo que permite a gestão remota desses equipamentos. Este protocolo, normalmente referenciado como protocolo TR-069 [1] ou CWMP (*CPE WAN Management Protocol*) permite, entre outros, o envio periódico de um conjunto de parâmetros referentes a configuração, estatísticas e métricas de desempenho da HGW gerida para um elemento coletor localizado na rede do operador (ACS – Auto *Configuration Server*). O universo de parâmetros possível de serem reportados pela HGW está normalizado no âmbito do BBForum, num conjunto de documentos designados *technical reports*.

Desta forma esta plataforma pode ser utilizada para monitorar a rede doméstica, com as seguintes vantagens e limitações:

- **Vantagens**
  - › Utilização de uma solução normalizada;
  - › A grande maioria das HGW atuais implementa TR-069;
  - › Processo de recolha *event based*, o que o torna muito mais fácil de escalar para parques grandes de HGW.

- **Desvantagens**
  - › O processo de envio de informação está associado à invocação de um método no ACS (*Inform*), que tem outras funções além de recolher informação. A carga representada pela execução deste método num parque grande pode obrigar a alargar o intervalo de tempo entre recolhas, o que não é adequado para uma monitorização quase tempo real;
  - › Apesar da abrangência do modelo de informação associado ao TR-069 ser grande, nem todos os atributos relevantes para análise de desempenho estão disponíveis. O protocolo prevê a criação de extensões proprietárias ao modelo de informação, mas estas variam entre os vários fabricantes e de certa forma destroem a vantagem de usar uma solução normalizada;
  - › Os ciclos de desenvolvimento de *firmware* para HGW são tipicamente longos, os processos de aceitação e *quality assurance* que os operadores precisam seguir antes de instalar uma nova versão também são demorados. Uma vez que a adição de novos parâmetros no modelo TR-069 está associada a uma nova versão de *firmware*, este é normalmente um processo lento.

2.2. RECOLHA PERIÓDICA POR TELNET

RECOLHA PERIÓDICA POR TELNET

Além do TR-069, que é a abordagem normalizada de eleição para estes cenários, têm sido usados outros meios para conseguir gerir HGW. A mais vulgar será usar uma ligação *telnet* ou *ssh* para atuar sobre a CLI (*command line interface*) dos equipamentos. Esta abordagem é complexa, mas na maioria dos casos permite ter acesso a todos os parâmetros disponíveis nos equipamentos, mesmo os de mais baixo nível.

- **Vantagens**
  - › Acesso a todos os parâmetros que existem na HGW.

- **Desvantagens**
  - › Interface muito complexa, baseada no *parsing* de texto (resultado dos comandos executados);
  - › Implementação muito específica, tendo que ser implementados adaptadores para cada modelo de HGW, e provavelmente para cada versão de *firmware*;
  - › Recolha baseada num processo de *pooling* que para um parque de equipamentos que pode ser de vários milhões precisa de uma plataforma computacional considerável;
  - › Muito sujeito a erros e com perda de dados em caso de falha de comunicação;
  - › Necessidade de manter uma base de dados com todas as HGW na rede e os dados de gestão respetivos (endereço, *login*, etc.).

2.3. AGENTE DE REPORTING IMPLEMENTADO EM OSGI

AGENTE DE REPORTING IMPLEMENTADO EM OSGI

O facto de a tecnologia OSGi [2], [3] permitir o fácil desenvolvimento de *software* para HGW, de a instalação, execução e remoção desse mesmo *software* não estar dependente de atualizações de *firmware* e de o *software* desenvolvido ser facilmente portável entre diferentes marcas/modelos de HGW, levou a *Home Gateway Initiative* [4] a suportar esta tecnologia como a ideal para desenvolvimento de *software* para HGW por entidades terceiras (outras entidades que não o próprio fabricante da HGW) [4]. Uma vez que a *framework* OSGi é executada na própria HGW, esta tem acesso a um conjunto de parâmetros de configuração, estatísticas e métricas de desempenho muito mais alargado que o conjunto disponível na plataforma TR-069. Desta forma um agente de *reporting* implementado sobre esta tecnologia apresenta as seguintes vantagens e desvantagens em relação às outras soluções atrás apresentadas.

- **Vantagens**
  - › Acesso a um conjunto de parâmetros alargado (muito maior que o incluído na plataforma TR-069) e não inferior ao disponível por *telnet*;
  - › Celeridade na introdução de novos parâmetros nos relatórios;
  - › Comportamento do agente totalmente personalizável (ex. política de armazenamento de relatórios);
  - › Sem perda de dados em situações de falha de comunicação (a HGW guarda toda

a informação recolhida até conseguir contactar o coletor);
› Grande escalabilidade, garantida por um esquema de coleta *event-based*, o que permite recolher um parque grande com uma plataforma computacional reduzida.

Desvantagens
› Necessidade de a HGW suportar a framework OSGi;
› Necessidade de desenvolver um coletor para cada fabricante de equipamentos.

3. ARQUITETURA DE SUPORTE À SOLUÇÃO E CONTRIBUTO DA SUITE NOSSIS

ARQUITETURA DE SUPORTE À SOLUÇÃO E CONTRIBUTO DA SUITE NOSSIS

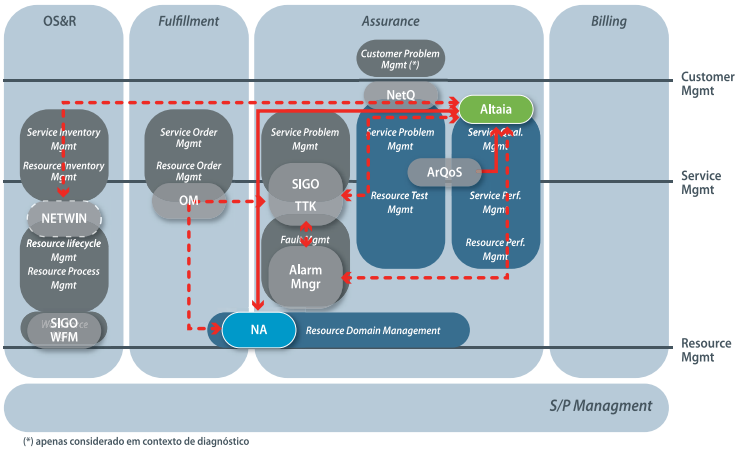
Os processos de gestão de desempenho implementados sobre a *suite* NOSSIS acomodam-se naturalmente ao contexto das redes domésticas ou de redes de clientes empresariais. A Figura 1 mostra a interação típica entre os sistemas da *suite* NOSSIS, no âmbito do processo de gestão de desempenho. No âmbito do *HomeNetwork*, as peças fundamentais são o Altaia e o Network Activator (NA). O Network Activator, responsável por trazer a informação da rede para o *layer* dos OSS, da forma mais adequada a cada cenário e equipamento. O Altaia responsável pelo processamento de dados *raw*, cálculo de métricas, avaliação de limiares, geração de alarmística e apresentação de relatórios e *dashboards* de desempenho e QoS.

A arquitetura aqui apresentada, recorrendo a produtos da *suite* NOSSIS, suporta qualquer um dos três processos de recolha referidos anteriormente, no entanto, neste artigo iremos explorar em mais detalhe o processo que nos parece oferecer mais vantagens comparativas, que é a recolha por agente OSGi. Na prova de conceito foi implementado um agente de *reporting* executado sobre a *framework* OSGi presente em HGW Technicolor, atualmente usadas pela PT na instalação da rede doméstica em clientes do serviço MEO.
Segue-se um descritivo de cada um dos componentes desta arquitetura.

3.1. AGENTE DE REPORTING OSGI NA HGW

A Figura 2 apresenta os principais componentes que interagem com o agente de *reporting* na HGW.

O MBUS (*Management Bus*) é um componente proprietário da Technicolor que permite o acesso a todos os parâmetros disponíveis na HGW. Tanto os parâmetros normalizados no âmbito da plataforma TR-069 como os restantes podem ser manipulados através deste componente. Esta manipulação não se resume à criação, alteração e remoção de parâmetros, mas também permite a receção de eventos sobre alterações no seu estado. Assim, através de um componente OSGi (MBUS API) é possível, ao nível da *framework* OSGi, alterar ou consultar em tempo real alterações no modelo de dados da HGW, podendo assim obter-se todos os detalhes acerca do estado do equipamento em qualquer instante.



(*) apenas considerado em contexto de diagnóstico

Figura 1- Processo de gestão de desempenho

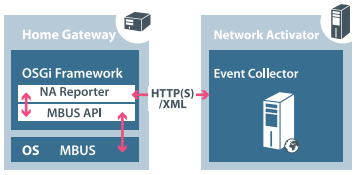


Figura 2 - Arquitetura do agente de *reporting* (NA Reporter)

O agente de *reporting*, designado por NA *Reporter*, faz uso da API MBUS para recolher informação em tempo real do estado do equipamento, permitindo uma monitoria instantânea e precisa. Assim, em intervalos de tempo pré-estabelecidos são construídos relatórios com base numa consulta a parâmetros pertencentes ao modelo de dados previamente selecionados como de interesse. Estes relatórios são depois enviados para o *Event Collector* com uma periocidade fixa. Um outro modo de operação do agente permite o envio de relatórios espontâneos despoletados por alterações em parâmetros cruciais da HGW. Em ambos os modos, caso não seja possível entregar o relatório gerado num determinado momento (ex. não existe conectividade WAN) este é colocado numa *queue* circular de tamanho configurável. Quando a conectividade é reestabelecida todos os relatórios na *queue* são enviados para o Network Activator por ordem de criação, de modo a não se perder informação recolhida em períodos de falha de conetividade.

O componente *NA Reporter* apresenta uma configuração por defeito aquando da instalação do agente na plataforma OSGi, sendo também configurável quando já em execução no que diz respeito aos parâmetros a monitorar. Aquando do envio de um relatório para o Network Activator, caso este necessite de alterar a configuração do agente (ex. inclusão de um novo conjunto de parâmetros no próximo relatório), é enviada uma mensagem com a nova lista de parâmetros a considerar pelo agente no próximo relatório. Para além da lista de parâmetros a reportar é também possível definir outras propriedades do agente como o tamanho máximo da *queue* de relatórios, a periodicidade do envio de relatórios ou até mesmo o *endpoint* para onde estes devem ser enviados.

A interface entre a HGW e o Network Activator é suportada no protocolo HTTP(S). Os dados são enviados para o Network Activator numa mensagem XML que descreve o estado atual da HGW. A estrutura do XML é composta por dados que identificam a HGW como o endereço MAC (parâmetro id), modelo e por pares <parâmetro/valor do parâmetro>. A Figura 3 descreve um pequeno exemplo de uma mensagem de relatório com alguns parâmetros do estado PPP e da conta VoIP.

```
<?xml version ="1.0" encoding="utf-8"?>
<report>
    <id>00:26:44:32:4B:4E</id>
    <time>2012-06-28T11:53:48</time>
    <model>784</model>
    <is_not_dsl>0</is_not_dsl>
    <param>
        <name>PPP.Intf.1.Status</name>
        <value>Connected</value>
    </param>
    <param>
        <name>Voice.SIP.PrimRegServer</name>
        <value>voip.sapo.pt</value>
    </param>
    <param>
        <name>Voice.SIP.RegPort</name>
        <value>5060</value>
    </param>
    <param>
        <name>Voice.Profile.1.Enable</name>
        <value>1</value>
    </param>
</report>
```

Figura 3 – Exemplo de um relatório do NA Reporter enviado para o Network Activator

3.2. NETWORK ACTIVATOR

O Network Activator é o sistema de mediação entre a rede e os OSS da *suite* NOSSIS. Nos processos de ativação e diagnóstico é responsável por expor uma API homogénea e independente dos detalhes da rede, convertendo os pedidos recebidos na execução de fluxos de configuração, usando um vasto conjunto de *plugins* que lhe permitem falar diversos protocolos usados na interface de gestão dos elementos de rede. No processo de recolha de dados de desempenho utiliza essa mesma capacidade de falar com a rede, para recolher toda a informação relevante, no protocolo mais apropriado a cada situação.

O Network Activator possui um módulo chamado QoS Data Collection que é o tipicamente usado em cenários de recolha de dados de desempenho. Ele consulta um cadastro com todos os equipamentos que devem ser recolhidos, cada um tendo associado um agendamento que determina a periodicidade da recolha. Este processo de recolha é concretizado por *pooling*, em que cada vez que o agendamento determina é usada a interface *southbound* para atuar sobre a rede e recolher os dados. A Figura 4 ilustra este cenário.

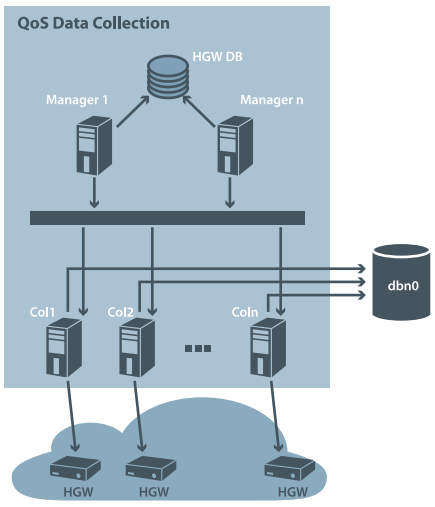


Figura 4 - Solução de recolha ativa

Uma forma alternativa de recolha, que é permitida pela arquitetura do Network Activator, é usar o módulo de *Event Management*. Nestes cenários são os equipamentos que têm a responsabilidade de entregar os dados com a periodicidade configurada. Este cenário não obriga a que exista inventário do parque a recolher, e não é necessário configurar nem gerir a recolha de desempenho. A escalabilidade é maior, mas o controlo do processo está na rede. A Figura 5 ilustra este cenário.

Para tentar determinar qual será a melhor abordagem para fazer recolha de desempenho em redes domésticas vamos assumir que temos uma rede com 1 milhão de clientes, e que pretendemos fazer a recolha a cada 15 minutos (900s):
1 000 000 HGW / 900s = 1111 recolhas/s

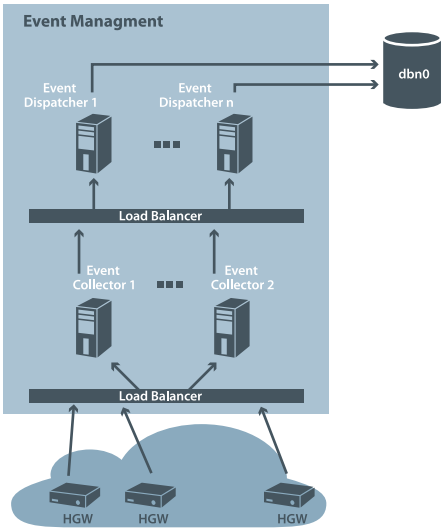


Figura 5 - Solução de recolha passiva

Assumindo que as duas abordagens são semelhantes na etapa de carregamento da dbn0, vamos fazer as contas nos coletores, assumindo que usamos máquinas virtuais com 4VCPU e 4GB RAM:

Recolha ativa (*telnet*)
Assumindo que cada nó consegue manter 400 sessões de telnet em simultâneo, e que cada sessão dura em média 5s, temos 80 recolhas por segundo, o que significa que precisaríamos de 14 máquinas para 1 000 000 de clientes. E ainda precisávamos de máquinas que pudessem iniciar 1111 agendamentos/s.

Recolha passiva (*event based*: TR-069 e agente OSGi)
O módulo "Event Management" foi testado com sucesso para 1400 eventos/s para máquinas com as características consideradas, o que significa que uma só máquina conseguia recolher todo o parque. E aqui não será necessário qualquer máquina para gerir agendamentos.

A diferença das duas abordagens será maior ainda se considerarmos que um sistema deste tipo deve ter sempre redundância, o que significa que o número de máquinas deve ser multiplicado por 2.

Em nenhum dos dois casos o carregamento da dbn0 será constrangimento, uma vez que o módulo de carregamento do Network Activator foi testado com sucesso para cerca de 9 000 inserções/s numa máquina com as mesmas características.

3.3. ALTAIA

O ALTAIA é o sistema da *suite* NOSSIS para a gestão de qualidade e desempenho. Disponibiliza funcionalidades para gestão das áreas de RPM (*Resource Performance Management*) e SQM (*Service Quality Management*) integrando qualquer tipo de rede ou serviço, entre as quais se destacam:

- Configuração de indicadores a partir dos dados coletados pelo NA;
- Configuração de limiares simples, de perfil baseado em informação de histórico,

multi-métrica e compostos;
• Geração e tratamento de alarmes de desempenho decorrentes da violação de limiares configurados;
• Análise de indicadores a partir de diversas ferramentas de *reporting* permitindo a construção de relatórios e *dashboards*.

O Altaia calcula os indicadores e avalia os limiares relacionados em tempo real, adequando-se ao uso quer em cenários de gestão operacional quer em cenários de análise de históricos, evolução, tendências e *forecast*.

O Altaia no domínio descrito de monitoria de *home network* permite implementar processos de análise operacional vocacionados para intervenções pró-ativas e corretivas em clientes. De igual modo permite criar uma base histórica armazenada na sua *data warehouse* e efetuar análises de gestão de qualidade sobre várias perspetivas, nomeadamente modelos de HGW, STB, fabricantes, versões de *software*, etc.

Esta informação pode ainda ser usada pelos sistemas de Teste e Diagnóstico, como seja o NetQ, auxiliando de forma preponderante o atendimento a clientes quer em *Front Office* quer em *Back Office*.

4. BENEFÍCIOS DE NEGÓCIO

BENEFÍCIOS DE NEGÓCIO

Em primeiro lugar, pretende-se com esta abordagem obter o mesmo tipo de vantagens para o negócio que se obtém com o processo de gestão de desempenho em qualquer outro âmbito de aplicação em redes de telecomunicações. O operador deve ter a capacidade de conhecer o comportamento da sua rede, bem como a qualidade dos serviços que entrega aos seus clientes, antecipar possíveis problemas, resolvendo-os antes de os clientes se aperceberem que eles existiram e auxiliar de forma eficaz decisões relacionadas com planeamento e investimento.

No entanto alguns aspetos ganham especial relevância no contexto das redes de clientes. Em primeiro lugar porque os custos relacionados com a resolução de problemas são maiores. O diagnóstico é mais difícil e resolver problemas implica muitas vezes fazer deslocar técnicos às instalações dos clientes. Em segundo lugar, a probabilidade de avaria é maior. Isto não só porque o ambiente não é completamente controlado pelo operador e está exposto a ações quer voluntárias quer involuntárias dos clientes, mas também porque se está a falar de um parque de equipamentos enorme. Finalmente, porque há uma série de aspetos sobre os hábitos dos clientes que influenciam a qualidade do serviço e a carga sobre a rede que têm interesse para o operador, não só para prevenir avarias, mas também para auxiliar na caracterização do perfil dos seus clientes e assim contribuir para melhorar as ofertas comerciais direcionadas.

CONCLUSÕES

A relevância dos processos de gestão de desempenho habituais na camada de sistemas de suporte às operações ganha ainda mais relevância no contexto de operação e manutenção de redes domésticas. Sistemas de gestão de desempenho que sejam construídos de forma modular e independente da tecnologia de rede não têm dificuldade em adaptar-se ao ambiente das redes de clientes, sejam eles residenciais ou empresariais.

Já no domínio de recolha de informação da rede, este cenário levanta novos desafios, sobretudo pela quantidade de equipamentos, natureza volátil e instável das redes e pela sua diversidade. Foram apresentadas neste artigo três propostas para implementar o processo de recolha de informação. As três são concretizáveis e completamente funcionais. No entanto a abordagem por telnet (ou ssh) que é das mais usadas na rede do operador, apresenta neste cenário problemas de escala e de adaptação a redes heterogéneas, que podem tornar o seu custo demasiado elevado. Das duas abordagens que nos parecem mais viáveis do ponto de vista de custo - TR-069 e agente OSGi - a segunda é a que apresenta maior flexibilidade, e maior detalhe e riqueza de informação.

CONCLUSÕES

REFERÊNCIAS

[1] - Broadband Forum, "Technical Report TR-069 CPE WAN Management Protocol Amendment 4", Julho 2011.
[2] - The OSGi Alliance, "OSGi Core Release 5", Março 2012.
[3] Saber e Fazer Telecomunicações Nº 9, "Framework OSGi – Framework para execução de aplicações em Gateways residenciais", Dezembro de 2011.
[4] - Home Gateway Initiative - http://www.homegatewayinitiative.org
[5] - Home Gateway Initiative, "Requirements for software modularity on the Home Gateway", Junho 2011.

CV dos autores

CV DOS AUTORES

Alexandre Laranjeira, licenciou-se em Engenharia Electrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro, em 2000. Em 2000 começou a trabalhar na PT Inovação, num projeto do IST sobre gestão de redes IP/WDM. Em 2001 integrou o grupo de gestão de soluções de rede Netb@nd, no qual foi responsável, entre 2005 e 2008, pela plataforma de estabelecimento automático de serviços. Desde 2009 é responsável pela divisão de Mediação e Ativação de Serviços, integrada na direção de Sistemas de Suporte às Operações da PT Inovação.

Luís Castro, concluiu a Licenciatura e Mestrado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2003 e 2010, respetivamente, tendo trabalhado desde o final da licenciatura em projetos da PT Inovação na área dos sistemas de suporte às operações (OSS). Centrou, ao longo dos primeiros anos, a sua atividade 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 Warehouse, tecnologias JEE, WebServices, JBoss, XML, etc. Atualmente desempenha funções no SSO3, na área de Conceção de Produtos e Soluções de Gestão de Problemas, Diagnóstico e Qualidade de Serviço, como gestor do produto Altaia e na coordenação de vários projetos de implantação em clientes. Destacam-se como principais interesses as áreas de Gestão de Redes de Telecomunicações, *Cloud Computing*, IPTV e Redes Móveis.

Manuel Aguiar, Licenciado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, em 1994, trabalhou na Marconi, General Electric e no Instituto de Telecomunicações antes de ingressar na PT Inovação em 1997.
Desde então trabalhou em equipas de desenvolvimento de *software* nomeadamente num OMC da PT Inovação, Agora e AgoraNG, tendo sido responsável de equipa de projeto de um dos módulos deste último, integrado na direção de desenvolvimento de sistemas de rede.
Em 2006 tornou-se responsável pela unidade de gestão local e qualidade de serviço até 2008, altura em que passou a integrar a direção de Sistemas de Suporte às Operações como Gestor de Divisão da área de Diagnóstico e Qualidade de Serviço. Em 2012 passou a desempenhar funções de Gestor de Divisão de Conceção de Produtos e Soluções de Gestão de Problemas, Diagnóstico e Qualidade de Serviço na mesma direção.

Vitor Pinto, terminou a licenciatura em engenharia eletrónica e de telecomunicações, pela universidade de Aveiro, em 2003. Em 2007 completou o mestrado em engenharia eletrónica e de telecomunicações pela mesma universidade. Ingressou na PT Inovação em 2003 e desde então tem trabalhado em diversos projetos na área das redes residenciais e plataformas de serviços residenciais, com especial ênfase em Home Gateways em ambientes *Multi Play*. Atualmente, encontra-se integrado no departamento MTV onde participa no projeto internacional IST-FP7 ALICANTE, bem como em diferentes projetos internos no âmbito do serviço MEO.

10 Gestão e Distribuição de eventos na mediação de rede

palavras chave

Event Management, Network Activator, Event Broker, Event Handler, Auto-reparação


ALEXANDRE LARANJEIRA JOÃO VERÍSSIMO


GONÇALO GASPAR JOSÉ SEQUEIRA


JOÃO RODRIGUES

O novo componente de gestão de eventos do produto Network Activator da PT Inovação, chamado *Event Management*, vem abrir a possibilidade de associar a execução de operações a eventos originados na rede. O *Event Management* tem como primeira responsabilidade a receção de eventos enviados pela rede, em qualquer que seja o protocolo de comunicação utilizado, e a sua conversão para um modelo genérico, que permita representar esses eventos de forma independente das especificidades da rede, do protocolo de transporte e de implementações específicas de fabricantes. A segunda grande responsabilidade deste novo componente é a distribuição dos eventos recebidos por todos os sistemas OSS que se tenham registado como interessados. Os OSS podem registar-se para receber eventos da rede, fornecendo um filtro que descreve o que pretendem receber.

Esta nova capacidade do Network Activator permitiu implementar na PT cenários de autoprovisão e autorreparação de serviços MEO, que podem contribuir de forma considerável para a redução de chamadas ao *Call Center*, bem como para a reparação de algumas avarias sem que o cliente se aperceba sequer que o seu serviço esteve comprometido por alguns instantes.

Esta capacidade foi também usada para realizar auditorias em tempo real aos processos de instalação de clientes MEO Fibra, corrigindo automaticamente alguns erros provocados por inconsistências de cadastro ou erro do instalador.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

O Network Activator (NA) é a plataforma de ativação de serviços e de mediação entre os sistemas de suporte à operação (OSS – *Operations Support Systems*) e a rede adotada pela PT. Este sistema, que se encaixa naturalmente no grupo de processos de *Resource Management & Operations* da *framework* eTOM (*enhanced Telecom Operations Map*), tem tido um papel fundamental na automatização dos processos de provisão e diagnóstico dos serviços *triple-play* e *dual-play* da PT, não só proporcionando as condições necessárias para a implementação destes processos nos sistemas de informação adequados, mas também fornecendo as ferramentas necessárias para que as equipas operacionais possam atuar sobre a rede, automatizando ações massivas, ou disponibilizando a informação necessária para a execução de auditorias sobre ações realizadas na rede.

O modo de atuação da plataforma de mediação que tem sido explorado até agora, enquadra-se nos cenários em que a iniciativa é tomada pelos sistemas de informação, que atuam sobre a interface *northbound* do NA. Os pedidos recebidos são descritos numa linguagem genérica e pouco permeável a detalhes de baixo nível próprios da rede e são depois convertidos em atuações sobre os elementos de rede. A diversidade dos serviços suportados, bem como a heterogeneidade da rede gerida proporcionou ao longo de vários anos o desenvolvimento de uma vasta gama de conectores especializados em diversos protocolos de comunicação e tecnologias de rede.

Neste artigo exploramos o que acontece quando usamos toda essa capacidade para receber invocações da rede em forma de eventos, e invertemos o sentido em que as operações normalmente são executadas. A interface *Southbound* do NA transforma eventos recebidos na rede, que são específicos de cada tecnologia em particular, converte-os em entidades genéricas e suficientemente abstratas para serem consumidas pelos sistemas de informação, considerando também a hipótese de os usar para iniciar configurações e leituras sobre a própria rede.

2. ENQUADRAMENTO

2.1. ATORES/EXPETATIVAS/ESTADO DE ARTE

O Network Activator é a plataforma de mediação e ativação de serviços da *suite* NOSSIS, e é usado nesse âmbito na rede da PT desde o ano de 2005. Inicialmente integrado no âmbito da automatização dos processos de provisão de acessos Internet no BBRAS (*Broadband Remote Access Server*) e na rede de transporte MPLS (*Multiprotocol Label Switching*), a sua abrangência tem vindo a crescer ao longo dos anos, cobrindo já a maior parte das tecnologias de rede que suportam os serviços residenciais da PT e uma parte considerável da rede que suporta os serviços empresariais. A Figura 1 ilustra o enquadramento do sistema na rede da PT.

A Figura 2 ilustra a arquitetura do Network Activator, assinalando a azul os módulos usados no contexto da PT. Até ao ano de 2011, o âmbito do sistema foi completamente focado nos processos de provisão e de diagnóstico de serviços, tanto no âmbito residencial, como no âmbito empresarial. Em 2012 o Network Activator da PT passou a contar com o módulo de *Event Management*. Este módulo aproveita a vasta gama de *plugins* tecnológicos do sistema, para recolher eventos da rede, transformá-los

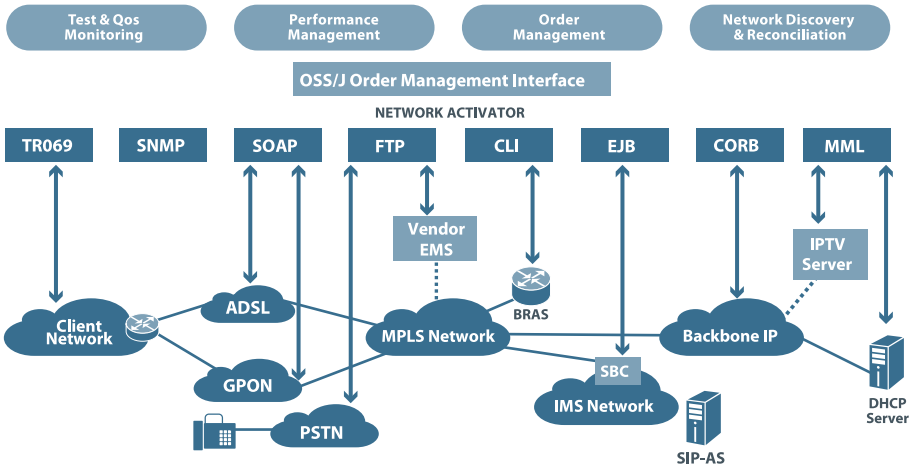


Figura 1 - Enquadramento do Network Activator na PT

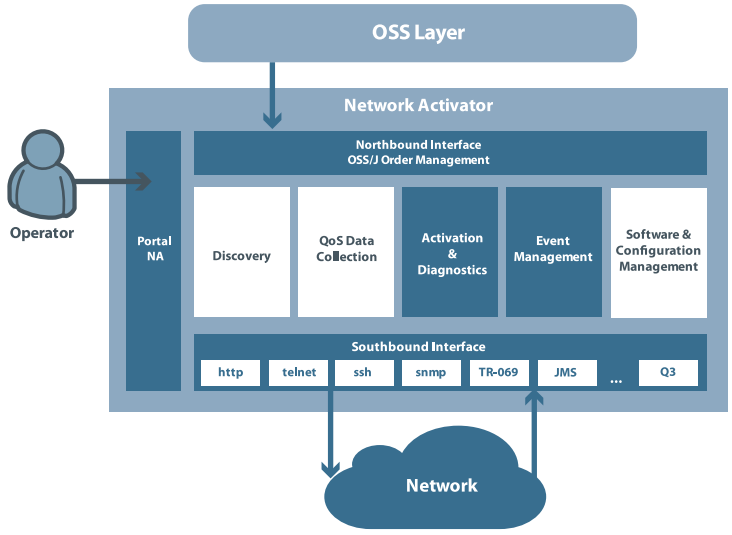


Figura 2 - Arquitetura do Network Activator

numa linguagem genérica e independente da tecnologia de rede ou fabricante, e distribuí-los pelos sistemas que se registem como interessados. Além disso, o módulo de *Event Management* tem um *workflow engine*, capaz de executar um fluxo de ações como reação à receção de um evento. Este *workflow engine* tem a capacidade de interagir com sistemas externos, e com o próprio módulo de Ativação e Diagnóstico. Neste último caso tem mesmo acesso a todas as operações que o Network Activator expõe na sua interface *northbound* a todos os sistemas de informação.

2.2. DESAFIOS

DESAFIOS

A capacidade de recolher eventos da rede, normalizá-los e distribuí-los por vários sistemas que estejam interessados, tem aplicação imediata em processos de gestão de desempenho e de gestão de falhas. Um dos âmbitos de aplicação ponderados foi o da recolha de eventos na rede doméstica. O sistema foi projetado com o objetivo de conseguir recolher e processar eventos com dados de desempenho de 1000000 de *home gateways* (HGW) enviados de 15 em 15 minutos, com apenas uma instância a correr numa máquina virtual com 4CPU e 4GB RAM. Isto significa uma carga de 1111 eventos/s. No entanto, a hipótese de reagir a eventos executando fluxos no *Event Management* abre outro tipo de perspetivas. A Figura 3 ilustra um possível enquadramento para este tipo de cenários.

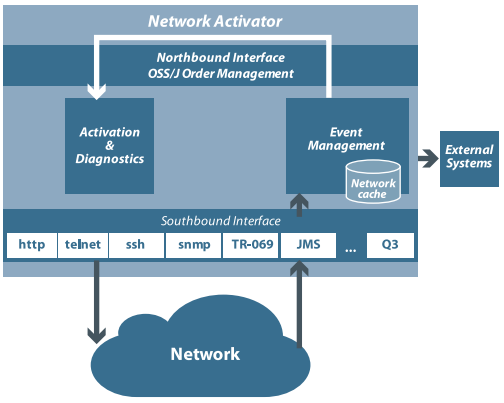


Figura 3 - Executando *workflows* como reação a eventos

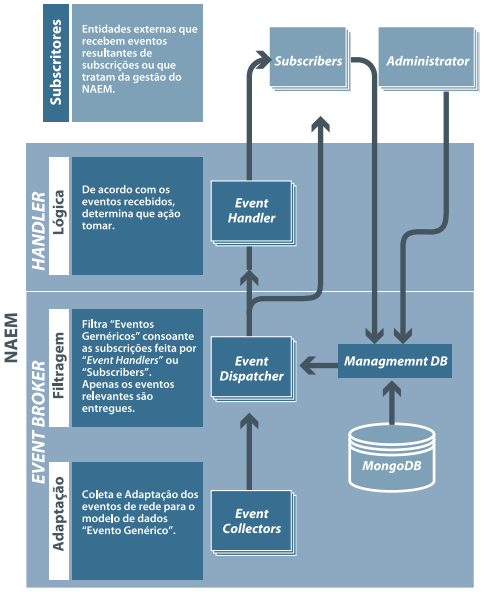


Figura 4 - Arquitetura do NAEM

De uma forma resumida, quando o módulo *Event Management* recebe um evento relevante da rede, este pode executar uma série de ações internas, se necessário suportadas num inventário interno (uma espécie de *cache* com informação da rede), pode consultar ou atuar sobre sistemas externos, e pode ainda atuar novamente sobre a rede usando o módulo *Activation & Diagnostics*.

Com este tipo de capacidade os cenários possíveis são muitos, e alguns casos concretos serão apresentados mais à frente. Em primeiro lugar os eventos recebidos da rede podem ser enriquecidos com informação obtida de sistemas externos, inventário, ou mesmo com consultas adicionais à rede. Outra possibilidade interessante seria implementar um fluxo que ao receber um evento que pode indicar uma avaria, fazer uma série de testes na rede para confirmar se de facto se trata de uma avaria. Se levarmos a ideia mais longe, o próprio *Event Management* tem meios para reparar automaticamente essa avaria. Este último cenário além de melhorar potencialmente a experiência do utilizador, pode ter um papel importante na redução significativa de deslocações de técnicos e chamadas para os *Call Centers*.

3. ARQUITETURA DE SUPORTE À SOLUÇÃO E CONTRIBUTO DA *SUITE* NOSSIS

ARQUITETURA DE SUPORTE À SOLUÇÃO E CONTRIBUTO DA *SUITE* NOSSIS

O NA-EM está dividido funcionalmente em dois blocos: o *Event Handler* e o *Event Broker*, como ilustra a Figura 4.

O *Event Broker* (EB) é responsável por duas componentes: por um lado pela coleta dos eventos de rede e sua normalização, de acordo com o modelo definido e, por outro lado, pelo encaminhamento dos eventos aos sistemas externos que subscreveram a sua receção.

O *Event Handler* (EH) atua como um sistema externo que subscreve os eventos de rede que pretende analisar. Este módulo integra um *Workflow Engine* que permite definir fluxos de customização reagindo aos eventos recebidos, o que oferece a capacidade de atuar sobre a rede invocando as operações disponibilizadas pela interface do Network Activator.

O Network Activator já se encontra integrado com a unidade de *Performance Management* da *suite* NOSSIS, o ALTAIA, permitindo que todos os eventos provenientes da rede com relevância e todas as ações realizadas pelo EH sejam registados.

3.1. COLETA E ADAPTAÇÃO

Esta linha tem como principal objetivo coletar eventos de equipamentos distintos na rede. Para tal, os coletores devem implementar mecanismos que permitam captar eventos dos equipamentos alvo e, posteriormente, adaptar esse evento para um modelo genérico que é entendido por todos os componentes do NA-EM. A função dos coletores não deve envolver interpretação de

COLETA E ADAPTAÇÃO

eventos nem lógica de negócio, ou seja, após a normalização do evento, este deverá ser encaminhado para um *endpoint* específico (conforme consta na Figura 4, esse *endpoint* pode ser o EventDispatcher). A presente arquitetura prevê a existência e funcionamento de diversos coletores em simultâneo. O desenvolvimento deste tipo de componentes envolve tipicamente a implementação de protocolos de rede (como é o caso do HTTP, Syslog e JMS).

3.2. FILTRAGEM

FILTRAGEM

Após a fase de coleta e adaptação, segue a de filtragem que é assegurada por um componente: o *EventDispatcher.* O seu principal objetivo é filtrar e encaminhar eventos, ou seja, após a receção de cada evento analisa se há entidades interessadas. Assim, as entidades que estejam interessadas em receber eventos necessitam de especificar uma subscrição. Esta é composta por:

- o filtro (quais as características do evento que desejam receber);
- o *endpoint* de receção do evento.

Após a inserção da subscrição, o *EventDispatcher* sincroniza o seu estado local com a base de dados e, a partir desse instante, encaminha os eventos de acordo com as subscrições obtidas.

3.3. LÓGICA

LÓGICA

A componente de lógica é desenvolvida acima da filtragem e é composta por *EventHandlers*. Estes componentes são responsáveis por determinar o que fazer após a receção dos eventos filtrados. Devem ser flexíveis e fáceis de customizar, permitindo desenvolver apenas lógica de negócio. Devem também dispor de diversas funções como por exemplo comunicar com entidades externas (e.g.: Network Activator), envio de eventos, *logging,* etc. Os *EventHandlers*, em oposição aos *EventCollectors*, não necessitam de ter a noção de aspetos técnicos da rede (protocolos de rede, tecnologias entre outros).

3.4. SUBSCRITORES

SUBSCRITORES

Tratam-se das entidades externas que pretendem gerir ou receber os eventos provenientes do NA-EM. A sua interação é feita através do *Management/DB* (abstração do modelo de dados persistente do NA-EM).

3.4. ESCALABILIDADE DO SISTEMA

A arquitetura *stateless* permite escalar na horizontal com facilidade. A informação relevante a qualquer nó do sistema encontra-se centralizada no gestor de bases de dados.

3.5. TECNOLOGIAS E PROTOCOLOS USADOS

O desenvolvimento do NA-EM foi elaborado em Java, recorrendo ao servidor aplicacional JBoss AS 7, por forma a garantir um equilíbrio entre *performance* e flexibilidade, bem como um rápido desenvolvimento de aplicações em ambientes J2EE (J2EE – *Java 2 Platform, Enterprise Edition*).
A comunicação de eventos é feita via HTTP por questões de interoperabilidade e facilidade de integração com sistemas externos. Recorreu-se a mecanismos REST (*Representational State Transfer*) e ao formato de dados JSON (*JavaScript Object Notation*) devido à simplicidade de implementação e baixo *overhead* protocolar (em oposição ao conhecido XML – *Extensible Markup Language* – e SOAP – *Simple Object Access Protocol*).

A camada de encaminhamento e filtragem de eventos é assegurada por um motor CEP (*Complex Event Processing*). Tendo em conta que a camada de filtragem pode ser um possível *bottleneck* do sistema, escolheu-se um componente CEP de elevada *performance*.

Relativamente à questão de persistência, optou-se pelo MongoDB (NRDB) devido à simplicidade do nosso modelo de dados (relativamente à filtragem) e pela elevada *performance* e gestão de recursos de sistema.

4. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

Descrevem-se 3 exemplos de cenários (C1, C2 e C3) implementados na PT nas várias vertentes já referidas, designadamente provisão de serviço, reposição de serviço e auditorias a instalações.

4.1. C1. AUTO-CORREÇÃO VOIP

O objetivo deste cenário é corrigir de forma automática serviços VoIP (*Voice over Internet Protocol*) com problemas de registo e

ESCALABILIDADE DO SISTEMA
TECNOLOGIAS E PROTOCOLOS USADOS
EXEMPLOS DE APLICAÇÃO
C1. AUTO-CORREÇÃO VOIP

autenticação (*user/password* errados). Este tipo de problemas pode ocorrer nas seguintes situações:

- *Factory reset* à *home gateway;*
- Alterações indevidas à *home gateway*;
- Falhas em processos de provisão ou manutenção;
- Falhas nas plataformas de serviço.

Foram considerados os seguintes eventos para despoletarem o processo de autocorreção VoIP:

- *Bootstrap*: evento enviado pela plataforma HDM (*Home Device Manager*) sempre que uma *home gateway* reinicia na sequência de um *factory reset;*
- Eventos que identificam problemas de registo e nas credenciais do VoIP (*user* ou *password* erradas) detetados por sistemas que monitorizam a rede VoIP, nomeadamente o sistema ArQoS da PT Inovação.

O processo implementado no módulo de *Event Management* inclui as seguintes tarefas:

- Consulta à plataforma VoIP (HSS – *Home Subscriber Server*): efetuada através do NA – *Activation & Diagnostics* (NA-AD): para obter o identificador do acesso e confirmar que o serviço em causa está registado na plataforma;
- Consulta ao Sistema de Cadastro de Rede e Serviços: para obter o número VoIP do serviço e para confirmar que se trata de um serviço já disponibilizado ao cliente, excluindo assim os casos de serviços ainda em processo de instalação;
- Consulta à plataforma RADIUS: efetuada via NA-AD para obter o identificador do acesso ou o *MAC address*;
- Consulta à plataforma HDM: efetuada via NA-AD para verificar se a HGW em causa está gerível;
- Consulta à configuração da HGW: efetuada via NA-AD para verificar se o problema com a configuração VoIP se mantém;
- Reconfiguração VoIP: reconfigura na HGW o *user* e a *password* VoIP via NA-AD no sentido de repor o serviço ao cliente;
- Envio de evento para sistema de alarmes: para notificar da ocorrência do processo de autocorreção para um determinado serviço e o respetivo resultado (sucesso/insucesso);
- Envio de informação para ferramenta de *reporting* : para permitir monitorar a atividade do *Event Management* e produzir estatísticas.

Na Figura 5 ilustra-se o processo implementado no *Event Management*:

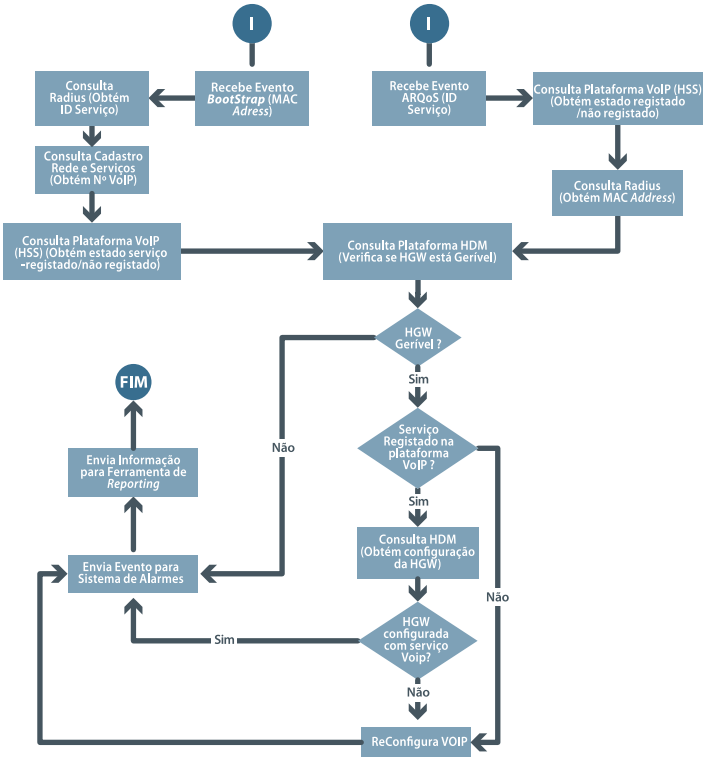


Figura 5 - Fluxo de autocorreção VoIP

4.2. C2. AUDITORIA EM TEMPO REAL ÀS INSTALAÇÕES DE SERVIÇOS SOBRE GPON

C2. AUDITORIA EM TEMPO REAL ÀS INSTALAÇÕES DE SERVIÇOS SOBRE GPON

Neste cenário pretende-se despoletar um processo de auditoria na sequência da instalação de serviços sobre acessos fibra (GPON – *Gigabit Passive Optical Network*). Nesta auditoria, realizada imediatamente a seguir à instalação do serviço em casa do cliente, são verificados alguns parâmetros lidos da rede que permitem aferir a qualidade do processo de provisão.
Para despoletar este processo de auditoria foram considerados eventos (adiante designados por ONT UP) que indicam que o equipamento ótico existente em casa do cliente (ONT – *Optical Network Terminal*) foi configurado e que foi estabelecida a ligação entre o mesmo e o elemento de rede existente nas instalações da PT (OLT – *Optical Line Termination*).

Os parâmetros auditados são os seguintes:
- Potência ótica: verifica se estão dentro dos limiares definidos para o serviço;
- Erros óticos: verifica se os contadores de erros estão dentro dos limiares definidos;
- Modelo ONT: valida se o modelo de ONT está em conformidade com os produtos e serviços subscritos pelo cliente;
- Interface RF: valida se a configuração da interface RF (TV analógica) está em conformidade com o pacote adquirido pelo cliente;
- Interface Ethernet: valida se a configuração da interface ETH e o estado operacional estão corretos;
- *Software Version*: valida se a versão de SW da ONT está correta;
- *Description ONT*: valida se a *description* configurada na ONT está correta.

Perante a inconformidade de um ou vários dos parâmetros acima referidos, são enviados eventos para o sistema de alarmes para que a área das operações contacte o técnico que executa a instalação em casa do cliente no sentido das anomalias serem de imediato corrigidas.

Diariamente é despoletado um processo (criação de filtros) junto do módulo do *Event Management* encarregue de coletar e publicar os eventos para quem os subscreva (*Event Broker*) no sentido de só serem enviados para o módulo dos processos (*Event Handler*) eventos relativos a serviços que ainda estão em fase de provisão, garantido assim que estas auditorias abranjam unicamente instalações.

As tarefas asseguradas pelo *Event Management* neste cenário são as seguintes:
- Leitura de parâmetros na rede através do NA – AD;
- Verificação (auditoria) dos parâmetros lidos;
- Envio de eventos com resultados das auditorias para o Sistema de Alarmes, para permitir ações corretivas;
- Envio de informação para ferramenta de *reporting*, para permitir monitorar a atividade do *Event Management* e produzir estatísticas.

O processo de auditoria implementado no *Event Management* está ilustrado na Figura 6.

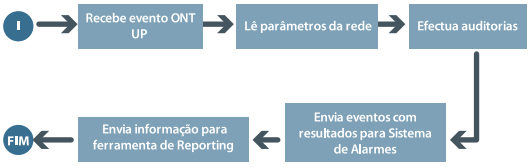


Figura 6 - Fluxo de auditoria a instalações GPON

4.3. C3. AUTO-PROVISÃO DE NOVAS INSTALAÇÕES GPON

O objetivo deste cenário, implementado conjuntamente com o *Order Manager* da PT (NSOM), é realizar automaticamente ações de configuração de equipamentos instalados em casa do cliente.

Neste cenário está apenas envolvido o *Event Broker* que é o módulo encarregue de coletar os eventos de rede e publicá-los para quem os subscreve, sendo que o processo de instalação é controlado pelo NSOM que, neste caso desempenha o papel de *Event Handler*.

Após o início da instalação, sinalizada pelo técnico em casa do cliente, o NSOM subscreve eventos junto do *Event Management* que lhe permitem ir despoletando automaticamente as ações de configuração do ONT e da HGW que eram tipicamente efetuadas pelo técnico.

Os eventos relevantes para este processo são os seguintes:

• *Bootstrap*: evento enviado pela plataforma HDM (*Home Device Manager*) sempre que uma *home gateway* reinicia na sequência de um *factory reset;*
• *Boot*: Evento enviado pela plataforma HDM sempre que uma *home gateway* é ligada;
• *AutoFind*: Evento enviado pela OLT quando deteta que uma ONT ainda não configurada é ligada.

O diagrama da Figura 7 ilustra as interações entre os módulos *Event Management* e *Activation & Diagnostics* do NA e o NSOM no âmbito deste processo de autoprovisão.

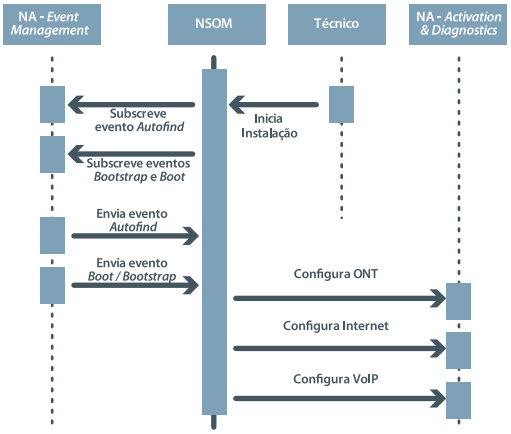


Figura 7 - Fluxo de Auto-provisão GPON

5. BENEFÍCIOS PARA O NEGÓCIO

BENEFÍCIOS PARA O NEGÓCIO

A evolução do Network Activator do modo de funcionamento tradicional de mediação de pedidos efetuados pelos OSS para a rede, no sentido de também passar a reagir a eventos originados pela própria rede e despoletar ações que permitem automatizar processos de provisão, efetuar reparações automáticas de serviços e auditar processos de instalação/reposição, resulta num claro aumento da qualidade de serviço prestada e percecionada pelos clientes da PT, dado que diminui as falhas nos referidos processos e reduz tempos de indisponibilidade de serviço.

Adicionalmente, estas implementações terão um impacto positivo nos custos operacionais da PT dado que potencialmente reduzirão os contactos dos clientes com os *Call Centers* para a resolução de problemas.

CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

Até ao momento, este módulo do Network Activator permitiu, no cenário da PT, a recolha de eventos sobre vários pontos da rede, com especial ênfase na rede doméstica. Em alguns cenários de aplicação estes eventos são distribuídos para os sistemas de informação, sendo antes enriquecidos através da execução de fluxos que podem interagir com a rede ou com outros sistemas.

Esta capacidade de receção, normalização e distribuição de eventos, bem como a de associação de ações reativas, permitiu não só a automatização de alguns dos processos implementados nos OSS da PT, mas também o desenvolvimento de processos automáticos de diagnóstico e de reparação de erros. Em alguns aspetos da configuração de clientes MEO, conseguiu-se já dotar a rede da capacidade de se autorreparar, o que representa um ganho muito significativo nos âmbitos da experiência do utilizador e dos custos de operação.

REFERÊNCIAS

[1] - TMForum, The Business Process Framework v9.0
[2] - Tiago Cruz, Paulo Simões, João Almeida, João Rodrigues, Edmundo Monteiro, Fernando Bastos, Alexandre Laranjeira, "How to Provision and Manage Off-the-Shelf SIP Phones in Domestic and SOHO Environments", in Proceedings of the the 36th IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN'2011), IEEE, Bonn, Germany, 4-7 October 2011.

CV dos autores

CV DOS AUTORES

Alexandre Laranjeira, licenciou-se em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro, em 2000. Em 2000 começou a trabalhar na PT Inovação, num projeto do IST sobre gestão de redes IP/WDM. Em 2001 integrou o grupo de gestão de soluções de rede Netb@nd, no qual foi responsável, entre 2005 e 2008, pela plataforma de estabelecimento automático de serviços. Desde 2009 é responsável pela divisão de Mediação e Ativação de Serviços, integrada na direção de Sistemas de Suporte às Operações da PT Inovação.

Gonçalo Nuno Chendo Gaspar, Licenciado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações em 2006. Após a Licenciatura, trabalhou na empresa Nokia Siemens Networks na área de plataformas de rede. Em Setembro de 2008 integrou a equipa de Mediação e Ativação do Departamento de Sistemas de Suporte às Operações da PT Inovação tendo participado no desenvolvimento da solução de provisão e diagnóstico das redes GPON e IMS da PTP.

João Luís da Silva Rodrigues, Mestrado em Engenharia Informática na Universidade de Coimbra em 2011 na área de redes e telecomunicações, iniciou posteriormente o estágio profissional na PT Inovação estando atualmente inserido na equipa de Mediação e Ativação da direção de Sistemas de Suporte às Operações.

João Luís Veríssimo, Licenciado em Engenharia Electrotécnica e Computadores - Ramo de Telecomunicações e Eletrónica pelo IST e com uma pós-graduação em Sistemas de Informação pelo IST. Atualmente responsável pelo Desenvolvimento de Sistemas de Gestão de Rede na Direção de Planeamento e Implementação de Rede da PT.

José Sequeira, licenciado em Engenharia Eletrotécnica – ramo de Telecomunicações e Eletrónica pela Universidade de Coimbra e com pós-graduação em Sistemas de Informação pelo Instituto Superior Técnico. Durante o seu percurso profissional na PT trabalhou nas áreas de Cadastro e Provisão de Rede e de Sistemas de Gestão de Rede. Atualmente é responsável pelos sistemas de Mediação e Supervisão de Rede na Direção de Planeamento e Implementação de Rede.

11 Monitoria *Online* LTE

palavras chave

LTE, ArQoS, GIS, Benchmarking, QoS, QoE, Monitoria


LUÍS SERRANITO

SÉRGIO NUNES

RAUL COSTA

JOÃO BIO

PEDRO FERNANDES

FERNANDO SOUSA

PAULO JESUS

MANUEL AGUIAR

Na introdução do LTE *(Long Term Evolution)*, num ambiente concorrencial e num contexto económico exigente, é necessário dotar os operadores de ferramentas que permitam de forma eficiente avaliar a cobertura e monitorizar a qualidade de rede e de serviços oferecidos nesse âmbito. O ArQoS – sistema de Monitoria de Qualidade de Serviço nativamente integrado com o sistema de gestão de desempenho e QoS *(Quality of Service)* Altaia evoluiu de forma a suportar o LTE. Este processo foi efetuado em estreita colaboração com o gabinete de Qualidade de Rede e Serviços da PTP de modo a adequar o produto às necessidades específicas da TMN. Este artigo descreve as novas funcionalidades do ArQoS e os benefícios que um operador de referência como a TMN pode retirar da sua utilização.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Na busca por soluções para redes de dados ubíquas e eficientes, a tecnologia LTE foi proposta como o próximo passo rumo às redes móveis de quarta geração (4G). O seu desenvolvimento visa fornecer uma melhor experiência aos clientes finais através de melhorias de desempenho e eficiência espetral. A sua padronização está a cargo do 3GPP [1].

Com o objetivo de introduzir a tecnologia LTE em Portugal, a ANACOM disponibilizou através de um leilão público [2] várias bandas de frequências (nomeadamente nos 800, 1800 e 2600 MHz) destinadas a redes móveis.

A Portugal Telecom anunciou em março de 2012 o lançamento da sua rede de banda larga móvel de quarta geração. A rede LTE foi lançada em março cobrindo inicialmente 20% da população do país. O plano de expansão da cobertura 4G da PT foi agressivo, sendo que no final de Abril mais de 80% da população já tinha cobertura 4G, abrangendo 150 sedes de concelhos além da cobertura inicial, prevendo-se que no final de 2012 a cobertura seja superior a 90% da população [3].

Com a implementação da nova rede LTE gera-se a necessidade de uma monitoria contínua do seu desempenho para garantir a excelência dos seus serviços, a satisfação dos clientes finais e a boa imagem do operador recorrendo a soluções robustas e eficientes. Levanta-se, deste modo, a necessidade por parte do operador, de recorrer a soluções de análise e monitoria de Qualidade de Serviço para a nova tecnologia.

Neste enquadramento, considerando a oportunidade de desenvolver um produto inovador vendável no mercado internacional e utilizando as mais-valias do Grupo PT, a PT Inovação e a PTP, em parceria, conjugaram os seus conhecimentos para construir uma solução adaptada aos requisitos da rede LTE.

O ArQoS é um sistema de *probing* da PT Inovação, dedicado à monitoria e análise do desempenho de QoS e QoE em redes de telecomunicações. De acordo com as necessidades da TMN e em estreita colaboração com o gabinete de Qualidade de Rede e Serviços da PTP, a PT Inovação evoluiu o Sistema ArQoS para estender o leque de tecnologias suportadas ao LTE.

2. DESCRIÇÃO TÉCNICA

O ArQoS surge como uma peça indispensável numa arquitetura OSS com um elevado contributo na Monitoria de Qualidade de Redes e Serviços, permitindo efetuar análises não intrusivas e intrusivas através de chamadas/ligações de prova para monitorização do desempenho da rede e dos serviços nos diversos tipos de tecnologias (Redes Fixas: GPON/IMS/IP/PSTN/RDIS; Redes Rádio: LTE/UMTS/GSM/CDMA/WiFi). Permite aferir os respetivos parâmetros de qualidade de serviço (KPI — *Key Performance Indicator* — e KQI — *Key Quality Indicator*) e os aspetos funcionais dos respetivos serviços, de acordo com as normas e recomendações ETSI/ITU-T/IETF, sempre que aplicáveis.

2.1. VISÃO GERAL

O sistema ArQoS é modular e escalável adaptando-se facilmente às contínuas evoluções de redes e serviços. Genericamente é constituído por sondas e por uma componente de gestão (Figura 1).

A componente de gestão permite essencialmente: o cadastro, a configuração e controlo das sondas; a definição e execução

DESCRIÇÃO TÉCNICA
VISÃO GERAL

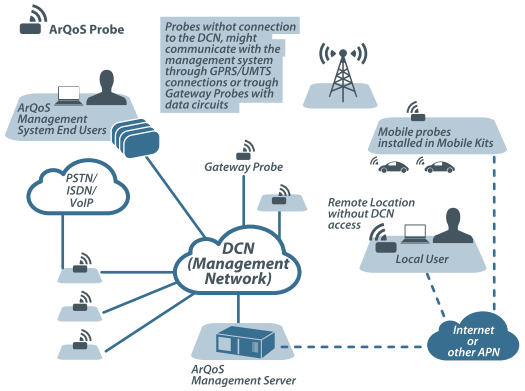


Figura 1 - Arquitetura Funcional

de testes; a análise e exportação de resultados.

Embora esta componente possua capacidade de gerir vários tipos de sondas, que estão normalmente associadas a diferentes tipos de tecnologia de rede, as sondas usadas no âmbito deste projeto (Sondas Móveis – Figura 2) têm como principais características: capacidade até quatro terminais de rádio (GSM/GPRS/UMTS/HSDPA /HSUPA/HSPA+/DC-HSPA/LTE, CDMA/EVDO e IEEE 802.11 (WIFI)); baixo consumo; GPS integrado que possibilita a georreferenciação dos resultados/medidas; bateria para operação autónoma.

A comunicação entre sondas e a componente de gestão é tipicamente efetuada via rede de gestão local. Em cenários em que o acesso direto à rede não está disponível, tais como quando as sondas estão instaladas em veículos ou são utilizadas em *walk tests*, o sistema oferece outros meios de comunicação, entre estes estão as ligações *inband*, via GPRS/UMTS, e as ligações VPN (*Virtual Private Network*) sobre APN (*Access Point Name*) comercial de acesso à Internet.

2.2. GESTÃO DE DESEMPENHO E QOS E CONTRIBUTO DA SUITE NOSSIS

O objetivo do processo de Gestão de Desempenho e QoS é assegurar a monitoria de desempenho quer passiva (recolha de indicadores de recursos e de *probes*) quer ativa (efetuar medidas de utilização da rede e de serviços com *probes*), monitoria e deteção de violação de SLA (*Service Level Agreement*), e produção de relatórios e indicadores.

A Figura 3 mostra a interação típica entre os sistemas da suite NOSSIS, no âmbito do processo de gestão de desempenho. No que se refere ao LTE, as peças fundamentais são o ArQoS e o Altaia.

O ArQoS participa neste processo, efetuando medidas de QoS quer em testes e medições ocasionais tipicamente relacionadas com *troubleshooting*, quer em processos de monitoria contínua em que as sondas intrusivas estimulam serviços, tal como fazem os clientes. Nesse processo são recolhidos contadores e indicadores de qualidade. Estes, para além de ficarem disponíveis no sistema de gestão do ArQoS, podem ser fornecidos a sistemas de gestão de qualidade, como por exemplo o Altaia, onde podem ser enriquecidos com informação de cadastro. Adicionalmente são usados para cálculos de métricas. Estas métricas são usadas para a gestão de QoS e para a produção de alarmes no caso de haver violação de limiares.

2.3. LTE NO SISTEMA ARQOS

Garantir a excelência de serviços de comunicações móveis na rede LTE da TMN



Figura 2 - Sonda Móvel

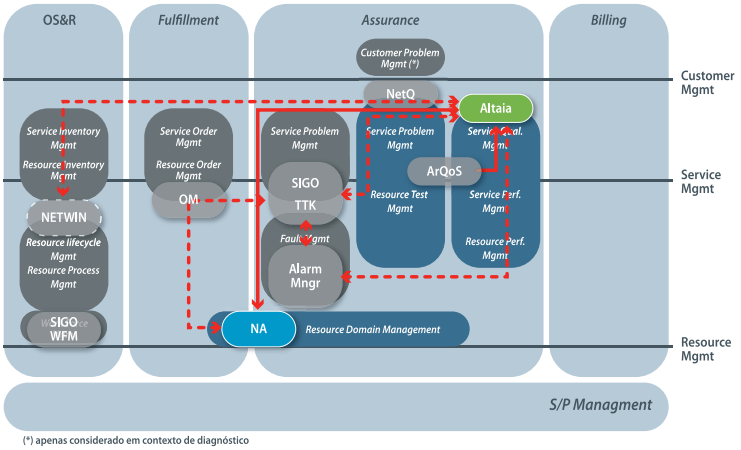


Figura 3 - Processo de Gestão de Desempenho

implica a monitoria contínua e comparativa para obter uma visão global e atualizada da qualidade do serviço e mapa de cobertura da rede e concorrência.

Como resposta a esta necessidade, surge o desafio da conceção de metodologias e ferramentas robustas de análise de QoS/QoE eficientes, competitivas e integradas nos sistemas OSS (*Operations Support Systems*) da PT.

Indo de encontro aos requisitos identificados, foi desenvolvida uma sonda autónoma com capacidade de realizar testes à qualidade da rede do ponto de vista do utilizador, que permite a realização de *drive tests*, *walk tests* e testes estáticos de *benchmarking*. Os resultados obtidos são integrados de forma contínua e então disponibilizados no Gestor ArQoS podendo também ser fornecidos ao Altaia onde são então trabalhados a fim de produzir relatórios de qualidade da rede.

A TMN, com a sua vasta experiência na área de QoS, teve um papel vital na identificação dos requisitos assim como na validação do desenvolvimento do sistema. A sua motivação e competência permitiram a eficaz operacionalização do sistema, consolidando conhecimentos e refinando metodologias e estratégias.

Da estreita colaboração com o gabinete de Qualidade de Rede e Serviços da PTP surgiram os seguintes requisitos para a inclusão do LTE no leque de tecnologias suportadas pelo ArQoS:

- Garantir que os terminais móveis rádio da sonda suportem todas as tecnologias rádio (2G/3G/4G);
- Garantir taxas de transmissão em LTE de 100 Mb/s em *downstream* e 50 Mb/s em *upstream;*
- Desenvolvimento do módulo de georreferenciação para suportar pesquisas geográficas, representação de estatísticas de rede e exportação de resultados; *replay* de vídeo de medidas de rede; análise detalhada e visão de serviço; e visualização do cadastro de células 3G/4G;
- Evolução dos testes de transferências FTP (*File Transfer Protocol*) e HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) já suportados pelo sistema para incluir novos indicadores e suportar múltiplas sessões em simultâneo, de forma a testar corretamente os elevados débitos disponibilizados pelo LTE;
- Adaptação do módulo de relatórios para suporte dos novos parâmetros associados à tecnologia LTE;

Como forma de dar resposta aos mesmos, desenvolveu-se uma nova versão da sonda ArQoS Móvel para testes em mobilidade e instalações temporárias com suporte para LTE e otimizada para a medição de altos débitos. Esta está equipada com terminais móveis LTE multi-tecnologia, com suporte a MIMO (*Multiple Input, Multiple Output*) 2x2 e que permitem taxas de transmissão de 100 Mb/s em *downstream* e 50 Mb/s em *upstream*. Além disso, foi desenvolvido um sistema de suporte de fácil instalação para colocação das antenas em veículos, garantindo as adequadas condições de receção rádio para as bandas de frequência a medir.

Para habilitar o acesso eficiente à informação, recolhida pelas sondas, foi integrado um novo módulo de *software* no sistema de gestão ArQoS de análise georreferenciada (GIS — *Geographic Information System*) que permite a avaliação de indicadores e estatísticas *online* da rede bem como dar uma visão global e atualizada da qualidade do serviço.

O ArQoS GIS é um módulo opcional do sistema que permite representar os resultados recolhidos das sondas sobre um mapa navegável. Os mapas podem conter cartografia SAPO ou de outro fornecedor, sob responsabilidade do cliente. Podem ser adicionadas sobre a cartografia base, camadas de sobreposição com freguesias, concelhos e distritos.
A interface gráfica do GIS encontra-se dividida em duas áreas funcionais: mapa e caixa de ferramentas (Figura 4). O mapa é facilmente navegável através do rato e da barra de ferramentas disponibilizada com opções de *zoom* e *pan*.

A caixa de ferramentas possibilita ao utilizador o controle sobre a informação a visualizar no mapa. O seu método de pesquisa/filtragem é inteligente e intuitivo, sendo possível pesquisar por áreas geográficas. Para além disso, possui uma árvore de filtros por tipo de tecnologia e



Figura 4 - ArQoS GIS com medidas e células LTE



Figura 5 - Formas especiais

serviço. Nesta, dá-se relevo à informação relativa ao LTE, onde é possível filtrar a informação por data e hora de início e fim, por operador/cartão, célula, banda, UL/DL-EARFCN, eventos de rede e pelos indicadores rádio da camada física, tais como RSRP, RSRQ e SINR que estão subdivididos em cores associadas a diferentes patamares de sinal, selecionáveis individualmente.

Adicionalmente, existem também formas especiais de informação utilizadas para representar células LTE e eventos do tipo *handover*, resseleção, alteração de registo de rede, mudança de operador e *roaming*. Este tipo de informação é complementar e facilita a tarefa de interpretação de dados pelos utilizadores (Figura 5).

Para uma análise em mais detalhe de um determinado ponto no mapa é possível consultar toda a informação associada à medida, sob a forma de um *popup*, clicando sobre o ponto como mostra a Figura 6.

Para facilitar a interpretação dos dados, esta ferramenta disponibiliza ainda uma opção para se visualizar a informação estatística dos recursos exibidos no mapa, bem como a possibilidade de exportar os dados para uma análise em maior detalhe.

Das novas funcionalidades destaca-se ainda a capacidade das sondas realizarem medidas em modo *idle* (semelhante a um equipamento *scanner*) nos vários operadores em simultâneo. O sistema permite a recolha de medidas de um operador sem a presença de um cartão SIM (*Subscriber Identity Module*) do mesmo. Além de traçar mapas de cobertura, há uma variedade de cenários possíveis de aplicabilidade da solução que estão a ser explorados.

3. VANTAGENS PARA O OPERADOR LTE

Esta parceria entre TMN/PT exigiu o apuro do sistema de análise de QoS/QoE da PT Inovação - ArQoS - através da adição de novas funcionalidades (ex. mapa da cobertura rádio das operadoras) e melhoria das existentes, aumentando o leque de indicadores suportados e informação de rede.

Dos novos indicadores LTE suportados destacam-se: o tempo de estabelecimento de contexto PDP *Packet Data Protocol*); taxa de sucesso e quedas de sessões IP; tempo de resposta DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*); o tempo de acesso HTTP/FTP e débitos de *download* e *upload* para múltiplas sessões; tempo e taxa de sucesso de *attach* na rede móvel; informação de banda, RSRP (*Reference Signal Received Power*), RSRQ (*Reference Signal Received Quality*), SINR (*Signal to Interference plus Noise Ratio*), TAC (*Tracking Area Code*), D/U-EARFCN (E-UTRA *Absolute Radio Frequency Channel Number*); e eventos de *handover*, perdas de registo,

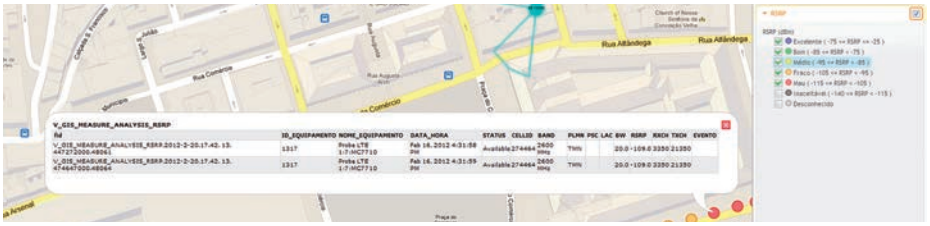


Figura 6 - Popup informativo

alteração de operador e estado de *roaming*. Com o contributo da TMN, foram identificados os requisitos necessários para montar os diferentes cenários de teste usando o ArQoS. Os principais cenários de aplicação foram:

- Testes Estáticos – As sondas são colocadas em determinadas zonas de interesse para medições periódicas de parâmetros da rede e do serviço;
- Teste em Mobilidade – As sondas são instaladas em veículos (frota da empresa, táxis, viaturas dedicadas a testes, etc.) para recolha de medidas de rede e serviço durante um determinado trajeto;
- Testes de *Benchmarking* em Mobilidade – As sondas são instaladas em veículos para realização de testes a nível de rede e serviço em três operadores;
- Testes em Modo *Scanner* – as sondas são instaladas em veículos para recolha de medidas de rede em modo *idle*, com uma periodicidade configurável. Os indicadores rádio são georreferenciados permitindo traçar um mapa de cobertura de rede dos diferentes operadores. Esta funcionalidade permite analisar o desenvolvimento de redes concorrentes antes do lançamento comercial, isto é, sem cartões SIM de cada operador em teste;
- *Walk* tests – Graças à elevada autonomia das sondas móveis, estas podem ser usadas em zonas onde o tráfego automóvel esteja vedado, tais como no interior de edifícios, em Centros Comerciais ou Recintos de Eventos. A utilização em vias ferroviárias, ou vias fluviais/marítimas sem recorrer a energia do meio de transporte é também possível.

Decorrente da introdução de um sistema como o ArQoS no ambiente aplicacional de um operador, identificam-se como principais benefícios para o negócio:

- Monitoria da qualidade de serviço e desempenho da rede;
- Antecipação e resolução de eventuais problemas no lançamento e exploração do LTE;
- Execução de testes de *benchmarking* permitindo ter melhor conhecimento na análise dos operadores concorrentes;
- Acompanhamento e validação de novas implementações na rede;
- Análise detalhada de visão de serviço e parâmetros recolhidos;
- Melhoria na experiência de utilização do cliente, simulando a utilização de serviços e medindo a QoE.

CONCLUSÕES

O ArQoS surge como uma peça importante numa arquitetura OSS com um elevado contributo na Monitoria de Qualidade de Redes e Serviços, permitindo efetuar análises não intrusivas e intrusivas nos diferentes tipos de rede. É um sistema modular e escalável adaptando-se facilmente às contínuas evoluções de redes e serviços.

Da estreita colaboração com a TMN resultou uma solução de baixo custo de monitoria de QoS/QoE nas redes 2G/3G/4G, incluindo o desenvolvimento de sondas autónomas que agregam num único equipamento compacto funções de *scanner* e *benchmarking* de três operadores em simultâneo, testes de serviços e *performance*, monitoria contínua, *drive* e *walk tests*. Agregando e processando os resultados e indicadores coletados, o sistema permite O&M centralizada com acesso *web* e análise de resultados detalhados em vistas tabulares e mapas flexíveis. Pode ainda ser integrado com sistemas OSS (ex. Altaia), permitindo *reporting* e *dashboards* poderosos.

O projeto facultou o acompanhamento da implantação da rede TMN LTE na área de Lisboa, produzindo informação de relevo para apoio ao planeamento e avaliação da cobertura das redes móveis nacionais e da qualidade dos serviços TMN. A solução desenvolvida apresenta-se como atual e competitiva na sua área, tendo já sido apresentada a potenciais clientes onde suscitou um interesse promissor.

REFERÊNCIAS

[1] - 3GPP, http://www.3gpp.org
[2] - ANACOM, http://www.anacom.pt
[3] - Portugal Telecom, http://www.telecom.pt: http://www.telecom.pt/InternetResource/PTSite/PT/Canais/Media/DestaquesHP/Destaques_2012/4g80porcentopopulacao.htm

CV dos autores

CV DOS AUTORES

Luís Serranito, responsável pela Qualidade de Serviço Rádio da PTP, que inclui as redes GSM, UMTS, LTE e WIFI. Nesta função desenvolve várias iniciativas para realização de testes aos serviços suportados na rede rádio, em *benchmarking* com redes concorrentes e assegura a fiabilidade dos resultados na vertente de cliente, fornecendo indicadores regulares e pontuais, seguindo as orientações estratégicas da Empresa.
Estudou na África do Sul onde completou o equivalente à Licenciatura no Instituto Superior Técnico de Pretória. Ao longo do seu percurso profissional realizou três pós Graduações formais, na Universidade de Harvard em Boston (EUA) "Competitive Advantage through Operations", na Universidade de Ashridge no Reino Unido "Leadership Development" e na Universidade Católica Portuguesa em Lisboa "Programa Avançado de Gestão para Executivos". Trabalhou na Telecom Sul Africana onde geriu o maior centro de Feixes Hertzianos do País, Marketing Manager na Messina Electronics onde desenvolveu e controlou vários projetos de grande dimensão, ingressou na Telecel na fase de lançamento da Empresa em Portugal em 1992 e em 2005 integrou a TMN na Direção de Controlo da Qualidade.
Participou como consultor de Operações na parceria da Vodafone com a China Mobile nos projetos da modernização de gestão de Operações de Rede e otimização da qualidade de serviço móvel, foi membro do Conselho da Qualidade da Vodafone Global e desenvolveu/participou nas iniciativas de Roaming global da Vodafone. Já na TMN, liderou o grupo de trabalho que propôs e ganhou o prémio internacional de "Melhor Iniciativa de Qualidade de Rede" no *3GSM World Congress* de Barcelona em 2006.

Sérgio Nunes obteve o Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Ramo principal de Telecomunicações, pelo Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa (2012). Desde Maio de 2012 trabalha como *Trainee* na Portugal Telecom, integrando a equipa de analistas de rede do Departamento de Qualidade de Serviço Rádio (DOR/QSR) da TMN, desenvolvendo competências direcionadas à análise das redes de telefonia móvel em Portugal. No âmbito do projeto ArQoS, tem trabalhado em parceria com a equipa da PT Inovação, ajudando o desenvolvimento deste sistema de forma a cumprir os requisitos necessários para uma análise da qualidade da rede móvel de quarta geração (4G) de acordo com as normas da nova tecnologia LTE.

Raul Costa, licenciado em Engenharia Eletrotécnica pela UTAD iniciou o estágio profissional na PT Inovação em 2005, subordinado ao tema *clustering* de aplicações J2EE. Desenvolveu diversas aplicações Java e J2EE para a gestão de alarmes de sistemas e serviços de telecomunicações. Em 2006 colaborou com a Withus que o levou a participar no projeto de ampliação da rede 3G da TMN onde coordenava os trabalhos de ampliação da transmissão para aumento de débitos até 3.6MB em todo o país. Regressou à PT Inovação em Fevereiro de 2007 onde continuou o trabalho de desenvolvimento e testes de sistemas de gestão de redes.
Desde Março de 2010 que é *Team Leader* da equipa de desenvolvimento do ArQoS NG, o Sistema de Gestão para Monitoria de Qualidade de Rede e Serviços da PT Inovação. Nesta área tem acompanhado diversos projetos desde a sua conceção até à operacionalização final em cliente.

Pedro Figueiredo Fernandes concluiu em Dezembro de 2007 o Mestrado em Engenharia Informática e Computadores, pelo Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, onde foi monitor entre 2005 e 2007. A tese do mesmo foi desenvolvida no âmbito do projeto Europeu IST WIP – An All-Wireless Mobile Network Architecture (IST-4-027402), com o tema de Descoberta de Serviços em redes sem fios. Integra a equipa da PT Inovação desde 2009, onde trabalhou em projetos como a linha SDH Emilo, na solução de Monitoria de Qualidade de Serviço ArQoS, no equipamento de telecontagem e comunicação M2M *Multi Utility Gateway*, e no equipamento de POS de pagamentos via telemóvel TMN Wallet. O seu trabalho atual foca-se na evolução do Sistema ArQoS e os seus interesses situam-se nas áreas de redes e aplicações IP e M2M.

João Bio, licenciou-se em Engenharia Eletrónica e Informática em 2006 pela Universidade Lusíada. Em Janeiro de 2007 iniciou a sua atividade profissional na PT Inovação como estagiário, participando num projeto de desenvolvimento de um sistema móvel para serviços de gestão de frota. Atualmente tem colaborado no desenvolvimento de um sistema de monitoria de qualidade de serviços e redes de telecomunicações.

Fernando Manuel Sousa, licenciado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro, em 2004. Trabalhou como investigador no Instituto de Telecomunicações, no estudo de tecnologias de redes domésticas, até 2007.
Desde 2007 faz parte da equipa de desenvolvimento sistema de gestão do ArQoSNG®.

Paulo Jesus
Paulo Jesus, licenciou-se em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 1996. Mestrado em Sistemas de Telecomunicações pela mesma universidade em 2001.
Exerceu funções de investigador na área de comunicações móveis no Instituto de Telecomunicações -Aveiro até 1999.
Juntou-se à Lucent Technologies em 1999 onde exerceu funções na área planeamento de rede móvel da TMN.
Ingressou na PT Inovação em 2000 onde atualmente exerce funções na área de Desenvolvimento de Sistemas de Rede sendo responsável pela Divisão de Desempenho de Rede e Plataformas de Acesso Wireless desde 2009.
Tem participado em diversos projetos I&D (RACE, ACTS, IST).

Manuel Aguiar, licenciado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro, em 1994, trabalhou na Marconi, General Electric e no Instituto de Telecomunicações antes de ingressar na PT Inovação em 1997.
Desde então trabalhou em equipas de desenvolvimento de *software* nomeadamente num OMC da PT Inovação, Agora e AgoraNG, tendo sido responsável de equipa de projeto de um dos módulos deste último integrado na direção de desenvolvimento de sistemas de rede.
Em 2006 tornou-se responsável pela unidade de gestão local e qualidade de serviço até 2008, altura em que passou a integrar a direção de Sistemas de Suporte às Operações como Gestor de Divisão da área de Diagnóstico e Qualidade de Serviço. Em 2012 passou a desempenhar funções de Gestor de Divisão de Conceção de Produtos e Soluções de Gestão de Problemas, Diagnóstico e Qualidade de Serviço na mesma direção.

12 *Suite* Wi-Fi da PT Inovação

palavras chave

Wi-Fi, Wi-Fiber, ONT-WZG, MyConnect, ANDSF, PCRF, ip-Raft, NGIN Wi-Fi, Altaia, ArQoS, offload


PEDRO NEVES
VICTOR MARQUES
CARLOS PARADA
FERNANDO BASTOS
FILIPE RODRIGUES
RAUL COSTA
FRANCISCO FONTES
PEDRO FERNANDES
MIGUEL SANTOS
BRUNO SILVA
MANUEL AGUIAR

Recentemente a tecnologia de acesso Wi-Fi voltou a suscitar interesse junto dos operadores de telecomunicações devido ao excesso de tráfego nas redes móveis. Como consequência, as redes móveis 3G, e a curto/médio prazo as 4G, deixarão de ter capacidade para suportar todo o tráfego gerado pelos clientes móveis. Refira-se ainda que o aumento das velocidades disponibilizadas pelo Wi-Fi, uma solução "económica" comparada com as redes móveis, motivou os operadores de telecomunicações dos vários continentes a investirem nesta tecnologia. No Brasil, por exemplo, a Oi decidiu aumentar a sua oferta Wi-Fi, adquirindo no segundo semestre de 2011 a Vex, o maior operador Wi-Fi daquele país, com cerca de 50000 *hotspots*. No caso do grupo PT, para além dos *hotspots* já disponibilizados em todo o território nacional, está planeada a implementação de um número significativo de *hotspots* adicionais através da instalação de *Access Points* (APs) Wi-Fi nas cabines telefónicas e, adicionalmente, utilizar as *gateways* MEO para disponibilizar um acesso Wi-Fi partilhado e público para qualquer cliente do grupo PT. Este "novo" enquadramento representa uma oportunidade para que a PT Inovação se posicione como uma fornecedora competitiva de soluções Wi-Fi. Nesse sentido, este artigo descreve a arquitetura global da PT Inovação para o Wi-Fi, composta por produtos provenientes de áreas distintas da empresa (e.g. acesso, controlo e gestão), mas que necessitam de estar interligadas para fornecer uma solução vertical Wi-Fi a operadores.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

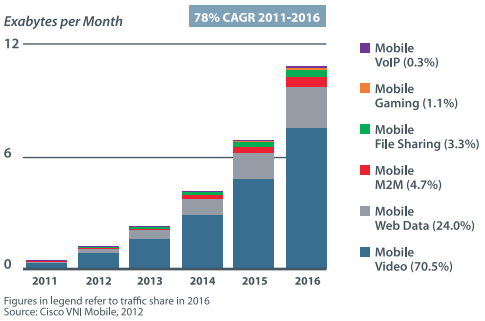
Os novos dispositivos móveis, *smartphones* (e.g. iPhone, Android, BlackBerry), *tablets* e *dongles* (3G e 4G) reúnem capacidades e funções para além das comunicações por voz ou a troca de mensagens escritas, isto é, SMS, fornecendo também serviços como vídeo, conteúdos multimédia e *online gaming*, que crescem em popularidade. Estes serviços provocam um crescimento exponencial do tráfego nas células das redes móveis e, consequentemente, na infraestrutura de núcleo da rede de comunicações que suporta a componente rádio.

Como é visível na Figura 1, que apresenta a previsão da Cisco para o crescimento de tráfego nas redes móveis, prevê-se que a utilização dessas redes irá ultrapassar os 10 *exabytes* por mês em 2016, considerando que apenas 0,3% do tráfego estará associado a comunicações de voz.

Este aumento exponencial de tráfego não é acompanhado na mesma medida pelo rendimento obtido pelos operadores móveis, provocando uma diminuição da margem de lucro dos mesmos, dado que o crescimento do tráfego implica um CAPEX e OPEX superiores. Assim, o aparecimento de técnicas que permitam a libertação de recursos em redes móveis (UMTS, HSPA e LTE), em que o espectro é pago, para redes livres (Wi-Fi), é bem vista pelos operadores. Esta solução aproveita a capacidade dos terminais móveis atuais de suportarem múltiplas interfaces de rede, complementando o típico acesso via redes celulares 3G/LTE com ligações Wi-Fi, constituindo o chamado 3G/4G *offload*. Deste modo, é possível redirecionar parte do tráfego para redes complementares aos acessos 3GPP, onde os custos por *bit* transportado serão menores e simultaneamente libertar as redes móveis para os serviços mais exigentes.

No caso específico das redes Wi-Fi, tem-se assistido a um enorme crescimento das áreas de cobertura suportadas por esta tecnologia. Em concreto, segundo previsões da *Wireless Broadband Alliance*, o número global de *hotspots* públicos crescerá de 1.3 milhões em 2011 para 5.8 milhões em 2015, apresentando um aumento na ordem dos 350%. Mais ainda, este número não contempla a utilização de *hotspots* comunitários que estabelecem parcerias com diversos operadores de telecomunicações tais como a *British Telecom*, no Reino Unido, ou a ZON, em Portugal. Estima-se que a contabilização desse tipo de *hotspots* incrementaria os valores anteriores com 4.5 milhões de pontos de acesso em todo o mundo. O mesmo estudo indica que cerca de 58% dos operadores de telecomunicações (incluindo 47% dos operadores móveis), consideram ser de extrema importância a utilização das redes Wi-Fi como complemento aos seus acessos principais.

O presente artigo descreve a arquitetura de referência adotada pela PT Inovação para o segmento Wi-Fi e o conjunto de produtos



Figures in legend refer to traffic share in 2016
Source: Cisco VNI Mobile, 2012

Figura 1 - Previsão da evolução dos serviços móveis até 2016

que compõem a sua oferta nesta área. A *suite* de produtos disponibilizados pela PT Inovação neste segmento é bastante diversificada, incluindo soluções para dispositivos móveis, pontos de acesso *wireless*, controlo de políticas de conectividade e mecanismos de autenticação. A oferta cobre ainda o importante domínio da gestão de desempenho, com soluções de monitorização e *probing*, bem como toda a componente de gestão de negócio, onde são disponibilizadas soluções para a gestão de *vouchers*, *charging* ou controlo de acessos, entre outros.

2. CENÁRIOS DE UTILIZAÇÃO

CENÁRIOS DE UTILIZAÇÃO

2.1. WI-FI TELCO

WI-FI TELCO

O cenário mais habitual caracteriza-se pela criação de operadores Wi-Fi independentes provenientes de operadores de telecomunicações móveis 3G/4G. Neste modelo, o operador faz o *deployment* de toda a infraestrutura Wi-Fi (componente rádio e *backhaul*) em locais chave, tais como aeroportos, centros comerciais ou hotéis, entre outros. Os clientes que usam a rede têm uma relação comercial com o operador Wi-Fi, embora em muitos casos possam ter acesso gratuito, no caso de serem clientes de outros serviços do grupo do operador (e.g. móvel, fixo, etc.). A compra do serviço é normalmente efetuada através de *vouchers*, sendo que o operador Wi-Fi usa mecanismos de autenticação e controlo de tempos/quotas. O cliente é normalmente autenticado através de *login/password* usando um portal, embora modelos mais avançados tenham surgido recentemente para simplificar o processo de autenticação (e.g. autenticação através do cartão SIM do operador móvel).

Mais recentemente, o modelo de negócio Wi-Fi explorado pelos operadores de telecomunicações tem vindo a ser estendido, fazendo com que a tecnologia Wi-Fi tenha ganho nova vida. Esta mudança deve-se ao crescimento exponencial do tráfego móvel, provocado por novos terminais. Este aumento de tráfego tem um forte impacto nas redes móveis 3G/4G, provocando o congestionamento das mesmas e a consequente perda de qualidade de experiência dos clientes. O investimento em novas infraestruturas móveis dificilmente será recompensado com maiores receitas. Por esse motivo, os operadores veem as redes Wi-Fi como uma forma económica para descongestionar (*offload*) as redes móveis. O racional para este movimento é:

- Reaproveitamento da capacidade Wi-Fi instalada;
- Cobertura Wi-Fi significativa, especialmente em áreas muito frequentadas pelos clientes;
- Algum insucesso das redes Wi-Fi, fazendo com que muitos *hotspots* estejam sem tráfego;
- Custo por *bit* nas redes Wi-Fi é menor comparativamente com as redes 3GPP;
- Capacidades multitecnologia (multi-interface) dos terminais móveis mais recentes;
- Avanços significativos na normalização de mobilidade intra-tecnologia no 3GPP (LTE).

A Figura 2 ilustra o cenário de utilização "Wi-Fi Telco" acima descrito. Neste cenário, o *deployment* da infraestrutura, a operação e a exploração comercial da rede Wi-Fi é efetuada pelo mesmo operador da rede de telecomunicações móveis 3G/4G.

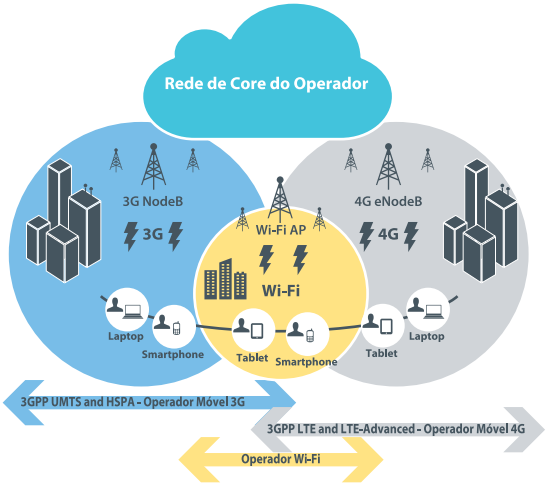


Figura 2 - Cenário de utilização "Wi-Fi Telco"

2.2. WI-FI PERSONALIZADO

Neste cenário o operador é responsável pelo *deployment* da rede Wi-Fi (componente rádio e *backhaul*), tal como acontecia no cenário "Wi-Fi Telco". No entanto, o operador não tem uma relação comercial direta com o cliente, mas com um intermediário, que por sua vez tem uma relação comercial com o

WI-FI PERSONALIZADO

cliente. Esta solução é normalmente utilizada em locais como hotéis, restaurantes ou centros comerciais, sendo que o intermediário é o proprietário/gestor desse espaço.

Do ponto de vista comercial, o operador negoceia o valor do serviço com o intermediário. O cliente, por sua vez, compra o serviço ao intermediário, normalmente utilizando o conceito de *vouchers* de utilização por determinados períodos (mais comum) ou tráfego. Neste caso, toda a gestão do serviço é feita pelo operador, fornecendo ao intermediário um conjunto básico de funções de negócio que permitem a gestão de *vouchers*, a autenticação (e geração de credenciais de acesso), assim como todo o controlo de tempos ou quotas. Este modelo inclui habitualmente alguma customização do serviço, nomeadamente através da personalização do identificador da rede (*Service Set Identifier* – SSID) e do portal *web* de autenticação com o nome e o *layout* e logótipo da marca pretendida.

O cenário de exploração deste cenário – "Wi-Fi Personalizado", é idêntico ao que é ilustrado na Figura 2 para o cenário "Wi-Fi Telco", sendo que neste caso a exploração comercial da rede Wi-Fi é efetuada pelo intermediário (e.g. hotel), com um método de aluguer ou *revenue share* com o operador de telecomunicações que detém a infraestrutura.

2.3. WI-FI PRIVADO

WI-FI PRIVADO

A utilização e exploração da tecnologia Wi-Fi por entidades privadas tem vindo a crescer nos últimos anos. Para além da utilização do serviço Wi-Fi, algumas entidades investem na criação de infraestruturas próprias, transformando-se assim em pequenos operadores Wi-Fi privados. As entidades mais habituais que seguem este modelo são condomínios de média e grande dimensão, ou Câmaras Municipais, entre outras. Os modelos de operação e negócio neste caso são vários, podendo ser i) operados pela própria entidade e/ou ii) integrados com redes externas (e.g. de operadores móveis).

No primeiro cenário, as entidades que detêm infraestrutura própria adquirem sistemas BSS e OSS, embora simples, os quais estão fisicamente localizados em *datacenters* do operador Wi-Fi. A operação da rede e a relação comercial com os utilizadores/clientes é gerida diretamente pelo privado. Este modelo é típico de entidades com dimensão significativa, uma vez que requer um conjunto de recursos com conhecimento especializado para operar e explorar a rede nas suas várias vertentes. A operação da rede poderá ser simplificada, mas terá sempre que ter alguns aspectos fundamentais que assegurem a QoS. Já na sua exploração "comercial", o serviço poderá ser mais ou menos complexo. Em alguns casos poderá ser quase inexistente, caso o serviço seja gratuito, ou *flat rate*, e.g. incluído no custo do condomínio.

No segundo cenário, as entidades que detêm infraestrutura própria, alugam sistemas BSS e OSS, os quais poderão estar fisicamente localizados em *datacenters* da própria entidade ou em entidades externas. Neste cenário, toda a operação da rede e a relação comercial com os utilizadores/clientes é gerida por entidades terceiras. Este modelo é típico de entidades de menor dimensão, uma vez que operar e explorar a rede requer um conjunto de capacidades e *know-how* difícil de obter. Quanto menor for o tamanho da entidade, maior tendência haverá para que o modelo passe pelo aluguer da plataforma em vez da sua compra. Na situação limite, as plataformas e o serviço de operação e exploração comercial podem ser fornecidas como um único serviço integrado. Este é um bom exemplo de uma tipologia de serviço que pode ser oferecida na *Cloud* (*Wi-Fi BSS/OSS-as-a-Service*).

2.4. WI-FI COMUNITÁRIO

Desde há bastante tempo que a utilização de redes Wi-Fi se encontra amplamente difundida, quer em residências, empresas ou zonas públicas. Este facto levou ao aparecimento de um novo conceito, designado por "Wi-Fi Comunitário". O conceito é simples e consiste em partilhar o mesmo identificador Wi-Fi em AP/*hotspots* disponíveis em vários locais diferentes, criando um operador Wi-Fi comunitário com elevada penetração e cobertura. Este modelo de negócio tanto pode ser usado por operadores fixos tradicionais, já no terreno, como por novas empresas que entrem no mercado.

WI-FI COMUNITÁRIO

Para que este modelo seja possível, é necessário angariar clientes interessados em partilhar a sua rede Wi-Fi (doadores Wi-Fi). O modelo de negócio mais comum, passa por permitir que os doadores possam ser clientes da rede Wi-Fi comunitária sem qualquer custo. Isto é motivação suficiente para muitos clientes, especialmente para os que viajam muito, pois evita os elevados custos de acesso no estrangeiro. Por outro lado, o operador é viável, uma vez que cobra uma mensalidade a clientes não-doadores, que é suficiente para comportar os baixíssimos custos de operação e investimento em que incorre.

Do ponto de vista operacional, a implementação do serviço é efetuada nos AP Wi-Fi do cliente através do anúncio de dois SSIDdistintos:

- **SSID privado**: identificador da rede Wi-Fi privado (e.g. *Wi-Fi_Private*) utilizado exclusivamente pelo cliente no seu ambiente privado. As credenciais de autenticação são exclusivas para o cliente privado;
- **SSID comunitário**: identificador da rede Wi-Fi comunitária (e.g. *Wi-Fi_Community*) comum para todos os clientes da comunidade Wi-Fi do operador. Para evitar que este SSID monopolize os recursos disponíveis na rede Wi-Fi do cliente, a largura de banda máxima disponível é limitada a uma pequena percentagem de débito total (e.b. 20 – 25 %)

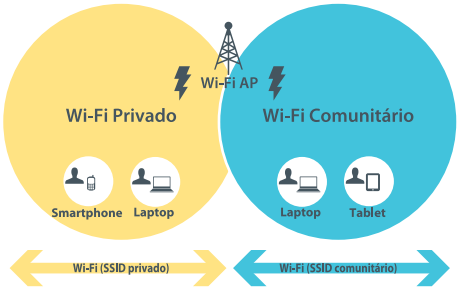


Figura 3 - Cenário de utilização "Wi-Fi Comunitário"

3. ARQUITETURA WI-FI

ARQUITETURA WI-FI

Ao contrário dos ambientes de acesso 3GPP UMTS/HSPA/LTE e WiMAX, para a tecnologia Wi-Fi não está definido um modelo global *end-to-end* (e2e) integrado, que permita implementar todos os mecanismos necessários para fornecer e gerir o serviço. Deste modo, é necessário definir uma arquitetura de referência que sirva de linha orientadora para que um operador possa implementar, fornecer, controlar e gerir uma rede Wi-Fi. A arquitetura de referência Wi-Fi pode ser decomposta nos seguintes domínios:

- **Domínio de acesso Wi-Fi**: responsável pelo domínio de acesso Wi-Fi, incluindo o terminal móvel e os APs Wi-Fi. Integra funcionalidades do plano de dados e do plano de controlo – e.g. gestão de conectividade no terminal móvel, *switching*, *routing* e interligação dos APs Wi-Fi à rede de transporte;
- **Domínio *core* Wi-Fi**: responsável pela disponibilização da componente *core* da rede Wi-Fi. Inclui funcionalidades do plano de dados e do plano de controlo – e.g. mecanismos de autenticação, controlo de conectividade e interligação da rede Wi-Fi aos ambientes 3GPP LTE/EPC;
- **Domínio de gestão operacional Wi-Fi**: responsável pela gestão operacional do ambiente Wi-Fi – e.g. construção e cadastro de *hotspots* Wi-Fi, processos de provisão e mecanismos de supervisão (incluindo gestão de falhas e problemas, e gestão de QoS e desempenho). Esta camada de gestão, normalizada pelo TM Forum, é designada por *Operational Support Systems* (OSS);
- **Domínio de gestão de negócio Wi-Fi**: responsável pela gestão de negócio da oferta Wi-Fi – e.g. gestão de *vouchers*, *charging* e *billing*, etc. Esta camada de gestão, também normalizada pelo TM Forum, é designada como *Business Support Systems* (BSS).

A Figura 4 ilustra os vários domínios acima descritos e as suas interações.
Conforme é possível visualizar na figura,

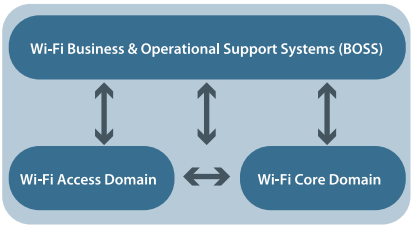


Figura 4 - Modelo de referência Wi-Fi – domínios envolvidos

importa salientar que os domínios de acesso e de *core* estão interligados de forma a desempenharem as suas funções no plano de dados e de controlo. Sobre estes dois domínios encontram-se os componentes responsáveis pela gestão, incluindo a perspectiva da gestão operacional (OSS) e a perspectiva da gestão de negócio (BSS).

No próximo capítulo são descritos os componentes de cada um dos domínios constituintes de uma solução integrada e2e Wi-Fi.

SUITE WI-FI

4. *SUITE* WI-FI

4.1. DOMÍNIO DE ACESSO WI-FI

O domínio de acesso do modelo de referência Wi-Fi, conforme ilustrado na Figura 5, é constituído pelos seguintes elementos:

DOMÍNIO DE ACESSO WI-FI

- **Wi-Fi *Gateway***: fornecimento de rede de acesso Wi-Fi integrada com *backhaul* em fibra; contém o AP Wi-Fi, a *gateway* Wi-Fi e o *Optical Network Termination* (ONT) para ligação à rede de fibra ótica (GPON), mais concretamente ao *Optical Line Terminator* (OLT). Corresponde ao produto *Wireless Zone Gateway* (***WZG***) da solução ***Wi-Fiber*** da PTIN;
- ***Access Point* (AP)**: ponto de acesso Wi-Fi; pode ser interligado com o ***WZG*** (via *Ethernet* ou interface rádio) e/ou com Wi-Fi *gateways* com *backhaul* em DSL. Corresponde ao produto *Zone Access Point* (***ZAP***) da solução ***Wi-Fiber*** da PTIN;
- ***Mobile Terminal Connection Manager* (CM)**: gestor de conectividade para dispositivos móveis; responsável pelo *enforcement* das políticas de conectividade Wi-Fi no terminal móvel, manualmente configuradas pelo cliente ou recebidas de elementos do domínio *core* Wi-Fi do operador. Corresponde ao produto ***MyConnect*** da PTIN.

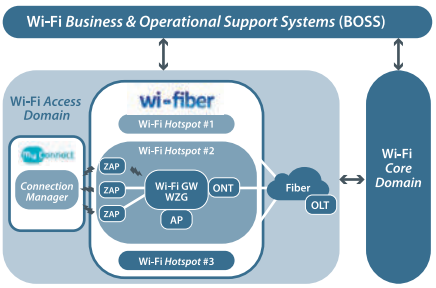


Figura 5 - Elementos do domínio de acesso Wi-Fi

A solução ***Wi-Fiber*** pode ser utilizada numa grande variedade de cenários (Figura 6):

- Redes e infraestruturas já existentes (universidades, hotéis, aeroportos, centros comerciais, centros de conferências e exposições, estádios e outras instalações desportivas, etc.);
- Redes e infraestruturas nómadas (eventos culturais ou desportivos esporádicos, cenários de catástrofes, etc.);
- Postes de iluminação pública, painéis publicitários, cabines telefónicas, etc.

4.2. DOMÍNIO *CORE* WI-FI

O domínio *core* do modelo de referência, conforme ilustrado na Figura 7, é constituído pelos seguintes elementos:

- ***Session Controller Gateway* (SCG)**: controlador das sessões dos clientes Wi-Fi; redireciona os pedidos de autenticação, autorização e *accounting* (e.g. RADIUS) para os domínios de gestão de operações e de negócio; interligação com os portais de autenticação e compra de *vouchers* do operador Wi-Fi;
- ***Authentication, Authorization, Accounting* (AAA)**: servidor de autenticação, autorização e *accounting*; inclui também os servidores de AAA externos. Corresponde ao produto ***ip-Tiller*** da PTIN;
- ***Policy and Charging Rules Function* (PCRF)**: servidor de políticas de conectividade para a rede Wi-Fi que tem em



Figura 6 - Cenários de utilização do Wi-Fiber – iluminação pública, painéis publicitários e cabines telefónicas

DOMÍNIO CORE WI-FI

conta critérios de negócio e do estado de ocupação da rede Wi-Fi; controla a largura de banda na rede Wi-Fi através de mecanismos de *shaping*. Este elemento está integrado na solução ***ip-Raft*** da PTIN;
• ***Access Network Discovery and Selection Function* (ANDSF)**: descoberta e seleção de redes Wi-Fi (ou outras); interligação com o gestor de conectividade do terminal móvel (CM) para *enforcement* de políticas de mudança de rede. Está integrado na solução ***ip-Raft*** da PTIN;
• ***evolved Packet Data Gateway* (ePDG)**: elemento de rede definido pelo 3GPP para interligar as redes 4G LTE/EPC a redes Wi-Fi *Untrusted*;
• ***Packet Data Gateway* (P-GW)**: elemento de rede definido pelo 3GPP para interligar as redes 4G LTE/EPC a redes Wi-Fi *Trusted*.

Para além de interagir com o domínio de acesso Wi-Fi através da SCG, o domínio *core* Wi-Fi também comunica com os domínios de gestão operacional (OSS) e de negócio (BSS). A interação com os OSS permite o suporte dos mecanismos de provisão e supervisão de *hotspots* Wi-Fi. Por outro lado, a comunicação com os BSSé fundamental para o suporte dos processos de negócio, isto é, controlo de acessos, gestão de *vouchers*, *rating* ou *charging* em tempo real, entre outros. A interação da rede Wi-Fi com o "mundo" 4G, neste caso 3GPP LTE/EPC, é efetuado através de interfaces com os elementos ***ePDG***, para redes Wi-Fi *Untrusted*, e ***P-GW*** para redes Wi-Fi *Trusted*.

O elemento ANDSF providencia informação ao terminal móvel para o auxiliar nos seus processos de descoberta e seleção de redes. A norma identifica três tipos de informação que uma entidade ANDSF pode fornecer a um terminal móvel:

• **Descoberta de Redes**: o ANDSF providencia a lista de redes de acesso disponíveis na área circundante do terminal;
• **Políticas de Mobilidade:** estas políticas manifestam um conjunto de preferências e regras definidas pelo operador que podem afectar as decisões de mobilidade inter-tecnologia efetuadas pelo terminal móvel;
• **Políticas de Encaminhamento:** quando o terminal móvel tem a capacidade de encaminhar tráfego através de múltiplas interfaces rádio de acesso à rede em simultâneo, este poderá fazer uso de políticas de encaminhamento recebidas do ANDSF.

Por sua vez, o terminal móvel pode enviar para o ANDSF a seguinte informação:
• **Localização:** quando o terminal móvel pretende enviar a sua localização, de forma a receber políticas diferenciadas que tenham este factor em conta. A localização pode ser geográfica (coordenadas GPS) ou de rede (*cell*-ID, LAC, etc.).

O ANDSF interage com os seguintes elementos:
• **Cliente *ANDSF*:** para *enforcement* das políticas de conectividade enviadas pelo servidor ANDSF. Corresponde ao produto ***MyConnect***;
• **PCRF**: para gestão de políticas de mobilidade de acordo com as políticas de negócio do operador. Este produto está integrado na família ***ip-Raft***;
• ***Probing* Wi-Fi**: para criação de políticas de acordo com o estado de ocupação da rede Wi-Fi. Corresponde aos produtos ***ArQoS Wi-Fi*** e ***Altaia*** da família NOSSIS.

A Figura 8 ilustra o cenário de utilização do elemento 3GPP ANDSF.

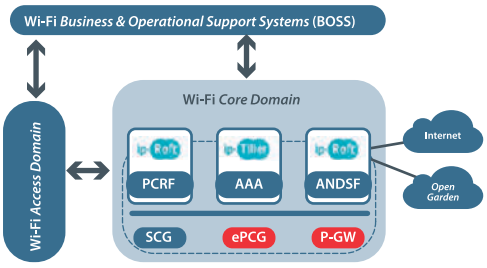


Figura 7- Elementos do domínio core Wi-Fi

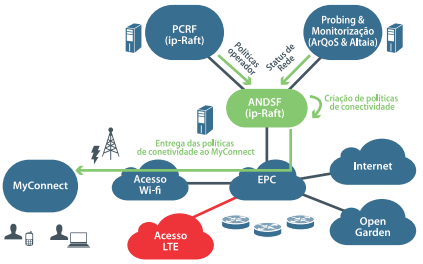


Figura 8 - Cenário de utilização do elemento 3GPP ANDSF

4.3. DOMÍNIO DE GESTÃO (OPERACIONAL E DE NEGÓCIO)

DOMÍNIO DE GESTÃO (OPERACIONAL E DE NEGÓCIO)

Conforme definido pelo eTOM/TAM no TM Forum, o modelo de referência está dividido em quatro blocos verticais comuns aos sistemas de gestão das operações (OSS) e do negócio (BSS):

- ***Operations Support & Readiness* (OS&R)**: gestão de construção e inventário de *hotspots*, gestão de clientes e catálogos de produtos Wi-Fi. Corresponde ao produto ***NGIN Wi-Fi*** da PTIN;
- ***Fulfillment***: mecanismos de provisão e ativação automática de serviços Wi-Fi. Corresponde ao produto ***NGIN Wi-Fi*** da PTIN;
- ***Assurance***: mecanismos de supervisão, alarmística, gestão de problemas e diagnóstico, análise de performance, QoS, QoE e *probing* Wi-Fi. Corresponde aos elementos ***ArQoS Wi-Fi, Altaia*** e ***NetQ*** da família NOSSIS PTIN;
- ***Billing***: mecanismos de *online* e *offline charging, billing*, gestão de *vouchers*, gestão de campanhas e interface com os clientes (*Customer Relationship Management* – CRM) e parceiros (*Partner Relationship Management* – PRM). Corresponde ao produto ***NGIN Wi-Fi*** da PTIN.

Como se pode verificar na Figura 9, as colunas ***OS&R***, ***Fulfillment*** e ***Assurance*** são comuns a ambos os domínios de gestão – OSS e BSS. No entanto, apesar de serem comuns, têm responsabilidades distintas – no caso dos BSS o foco é na relação com o cliente, enquanto no caso dos OSS a responsabilidade é a de traduzir os pedidos originados na camada dos BSS em serviços e recursos perceptíveis pelos equipamentos de rede e garantir a correta operação dos sistemas. Para além desta diferença significativa, os BSSs incluem ainda a coluna ***Billing***, que não faz parte dos OSS, e que é responsável por toda a componente de *charging* e gestão de *vouchers*, pagamentos e transações financeiras, faturação, etc.

O sistema ***ArQoS Wi-Fi*** permite a execução de testes intrusivos em redes 802.11, simulando um cliente final através da autenticação na rede e acesso aos seus principais serviços, recolhendo indicadores de *performance* e qualidade de rede, assim como resultados dos testes e causas de erro.

Esta informação, por sua vez, é usada e apresentada em relatórios tabulares e gráficos, mapas cartográficos e alarmes com opções de reencaminhamento automático. O ***ArQoS Wi-Fi*** pode ainda disponibilizar esta informação a sistemas externos, bem como ser integrado como uma ferramenta de testes controlada por outros sistemas através da sua interface *northbound*.

No que diz respeito à tecnologia Wi-Fi, o ***Altaia*** processa e calcula indicadores de qualidade de serviço e desempenho provenientes das medidas realizadas pelo ***ArQoS Wi-Fi***, na sua componente de *probing* ativo. Para além disso, calcula e disponibiliza indicadores de tráfego realizados pelos *hotspots* Wi-Fi (acesso direto aos equipamentos de rede), bem como indicadores relacionados com o *accounting* e acesso ao serviço Wi-Fi.

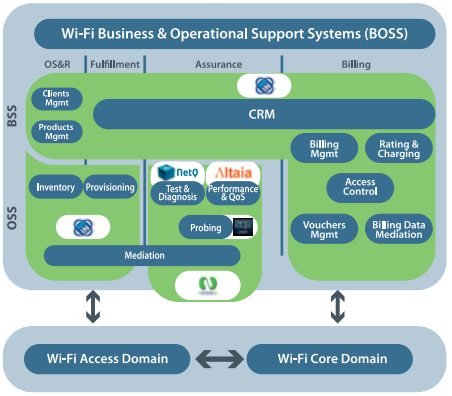


Figura 9 - Elementos do domínio de gestão (operacional e de negócio) Wi-Fi

O ***NetQ*** é um sistema centralizado para a supervisão técnica da rede, automatizando pedidos de ensaio e diagnóstico e2e dos serviços. Efetua a recolha e processamento dos principais parâmetros dos elementos de rede e serviço, nomeadamente parâmetros elétricos da rede, medidas de banda larga, parâmetros ADSL ou fibra, e medidas das plataformas de serviço. Processa-os de acordo com regras configuradas de modo a obter o diagnóstico global do serviço e2e. Regista os resultados por identificador de serviço, acompanhados de informação de cadastro. O ***NetQ*** permite diagnosticar e efetuar configurações sobre um serviço que inclui um acesso Wi-Fi na sua componente de teste e diagnóstico de *Home Network*. O ***NetQ*** permite efetuar todas as configurações

relacionadas com a rede Wi-Fi, como por exemplo, o SSID, canal, *Beacon Type*, tipo de autenticação e configuração de chave WEP, entre outras. Permite ainda, para ações de *troubleshooting*, ativar e desativar o estado administrativo da interface, efetuar o *reboot* da interface Wi-Fi e ainda detetar as redes vizinhas bem como o seu nível de potência, ruído e o canal em uso de cada uma delas.

O produto ***NGIN Wi-Fi*** disponibiliza uma plataforma de serviços inteligentes a operadores Wi-Fi. O principal objetivo deste produto é controlar os acessos em ambientes Wi-Fi, incluindo os mecanismos de autenticação, autorização, *accounting*, *rating* e *charging* em tempo real (*online charging*).

CONCLUSÕES

A PT Inovação posiciona-se no segmento Wi-Fi com uma oferta abrangente de produtos. A *suite* Wi-Fi de produtos disponibilizada permite que um operador Wi-Fi de pequena, média ou grande dimensão possa construir e explorar comercialmente o serviço Wi-Fi em vários cenários distintos. A PT Inovação é hoje capaz de construir uma solução Wi-Fi completa com base nos seus produtos e com recurso a algumas parcerias.

Para endereçar o **domínio do acesso Wi-Fi**, a PT Inovação disponibiliza uma solução abrangente, designada ***Wi-Fiber***, capaz de suportar vários tipos de cenários. Tendo em conta o forte investimento que os operadores estão a efetuar em infraestruturas de acesso e *backhaul* óticas, e muito em particular em redes GPON, a solução ***Wi-Fiber*** disponibiliza um produto diferenciador, o ***WZG***, com funcionalidades de AP Wi-Fi e interligação direta com a rede GPON. Adicionalmente, a solução ***Wi-Fiber*** disponibiliza também o produto ***ZAP***, um AP Wi-Fi com capacidade para se interligar com redes *backhaul* DSL e/ou Ehternet, podendo também ser ligado diretamente ao produto ***WZG***. Na vertente do acesso está também incluído no portefólio Wi-Fi da PT Inovação um produto de gestão de conectividade para terminais móveis (***MyConnect***), com capacidade para efetuar *offload* inteligente das redes móveis para redes Wi-Fi. O produto ***MyConnect*** está integrado com o elemento de rede responsável pela descoberta e seleção das políticas mais apropriadas para o terminal móvel, em cada momento, em ambientes de acesso heterogéneos (produto ***ANDSF*** da família ***ip-Raft***), pertencente ao **domínio de *core* Wi-Fi**. O produto ***ANDSF***, para além de interagir com o terminal móvel para *enforcement* de políticas nas interfaces de acesso, interage também com o produto ***PCRF***, também ele pertencente à solução ***ip-Raft*** da *suite* Wi-Fi da PT Inovação, para gestão de políticas de mobilidade de acordo com as políticas de negócio definidas pelo operador.

A PT Inovação tem hoje no seu portefólio uma família de soluções *carrier grade* para suportar os **processos operacionais** dos operadores, ao nível do *fulfillment* e *assurance* das redes e dos serviços. Para o caso das redes Wi-Fi estas soluções têm vindo a ser dotadas de capacidades específicas, como é o caso do ArQoS que disponibiliza um elemento de *probing* para *hotspots* Wi-Fi (produto ***ArQoS Wi-Fi***) e do componente para monitorização, histórico e alarmística de *hotspots* (produto ***Altaia***). Estes dois produtos estão diretamente interligados – ***ArQoS Wi-Fi*** fornece informação de *probing* ao sistema ***Altaia***, que a agrega e trata estatisticamente.

Por último, do ponto de vista da **gestão de negócio**, é disponibilizado o produto ***NGIN Wi-Fi*** com capacidade para controlo de acessos em ambientes Wi-Fi, incluindo os mecanismos de autenticação, autorização, *accounting* (AAA), *rating* e *charging* em tempo real. Este produto inclui ainda toda a componente de gestão de *vouchers* e pagamentos para *hotspots* Wi-Fi.

CV dos autores

CV DOS AUTORES

Pedro Neves, Doutorado e Mestre em Engenharia Electrónica, Telecomunicações e Informática pela Universidade de Aveiro em 2012 e 2006, respetivamente. Em 2003 tornou-se bolseiro de investigação do Instituto de Telecomunicações, onde trabalhou em projetos co-financiados pela Comissão Europeia na área de mobilidade e qualidade de serviço. Em Junho de 2006 iniciou atividade na PT Inovação na mesma área de trabalho. Desde 2010 que acumula também atividades de investigação na área de *Cloud Computing*. Participou em mais de 10 projetos de colaboração internacional, é co-autor de 6 livros internacionais e de mais de 30 artigos publicados em revistas e conferências internacionais.

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 atividade profissional na PT Inovação (CET) tendo-se especializado em tecnologias de rede de banda larga.
Atualmente os seus interesses situam-se na área das arquiteturas de redes, em especial na sua evolução para arquiteturas RPG All-IP, com ênfase no IMS. É especialista em tecnologias de rede local e acesso, IPv6 e Multicast.
Também colabora com a Universidade de Aveiro/DETI, na qualidade de Professor Auxiliar Convidado, para as áreas de redes IP aplicadas às telecomunicações.

Carlos Parada obteve a Licenciatura em Engenharia de Sistemas e Informática no ano de 2000, pela Universidade do Minho, em Braga. Em 2009 obteve o grau de Master of Science (MSc) in Information Networking, pela Carnegie Mellon University e pela Universidade de Aveiro (dual-degree).
Desde 2000, ano em que começou a trabalhar na Portugal Telecom Inovação, Aveiro, esteve envolvido em projetos de I&D nacionais e europeus nas áreas das redes IP, IPv6, redes de core (MPLS), redes fixas (ADSL/GPON) e redes móveis (3GPP). Também participou em projetos de auditoria e consultoria nas mesmas áreas em operadores como a TMN, a UNITEL, ou a CVT. Ao nível dos produtos, participou em projetos de desenvolvimento de serviços e plataformas para redes fixas e móveis, como UNIBOX, GW-WAP, RADIUS, ou plataformas de entrega de conteúdos, entre outros. Desde 2010, tem assumido funções de investigador e consultor interno nas mais variadas áreas de atuação da empresa.

Miguel Santos, licenciado em Engenharia Electrotécnica e Computadores pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (especialização em Telecomunicações e Computadores) em 1998, concluiu o mestrado em Engenharia Electrotécnica e Computadores na Universidade da Florida em 2001. Desde 2002 trabalha na PT Inovação integrado na equipa de desenvolvimento da solução de redes inteligentes. Desempenha desde 2008 as funções de gestor da divisão no departamento Desenvolvimento de Plataformas de Rede e Soluções Multimédia, e é responsável pelo desenvolvimento de soluções na área do controlo em redes de dados e IMS onde se inclui os sistemas ipRaft (solução de *Policy Management*), WAP *gateway* (adaptação de pedidos Wap dentro da rede do operador), ipTiller (solução para controlo de autenticação e autorização de acesso a redes de dados; incluindo as funções de DHCP, AAA e CLF/LRF).

Filipe Rodrigues, concluiu o Mestrado Integrado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações pela universidade de Aveiro. Após o Mestrado, tornou-se bolseiro de investigação do Instituto de Telecomunicações, onde trabalhou em projetos co-financiados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT). Ingressou na PT Inovação no início de 2012 para operacionalizar a plataforma OPEN EPC. Desde então tem integrado participado em desenvolvimentos dos projetos da PTIN para LTE ANDSFnet, CAC LTE e ProbeNI_LTE. Atualmente os seus interesses situam-se na área das comunicações sem fios, rede de acesso e core LTE.

Victor Marques, obteve a Licenciatura e Mestrado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações e o Doutoramento em Engenharia Electrotécnica pela Universidade de Aveiro em 1994, 1997 e 2005, respetivamente. Desde 1994 a 2001 exerceu funções de investigador na Universidade de Aveiro e no Instituto de Telecomunicações. Ingressou na Portugal Telecom Inovação em 2001, onde é atualmente consultor tecnológico do departamento de Desenvolvimento de Sistemas de Rede. Publicou vários artigos em conferências e revistas nacionais e internacionais e tem estado envolvido em projetos de investigação e desenvolvimento no âmbito dos programas e fóruns Europeus (RACE, ACTS, IST e EURESCOM) e da PT Inovação.

Fernando Bastos, Licenciado em Engenharia Eletrotécnica, pela Universidade de Coimbra em 1984, tendo obtido o grau de Mestrado em Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2001. Iniciou a sua experiencia em telecomunicações no Centro de Estudos e Telecomunicações (CET) dos CTTs de Portugal em 1985, onde participou no desenvolvimento de sistemas de gestão para a rede de comutação de Portugal e posteriormente na definição e desenvolvimento de sistemas baseados na arquitetura TMN (*Telecomunication Management Network*). Tem vasta experiência na área de Sistemas de Gestão tendo participado em grupos de estandardização a nível Europeu (ETSI, RACE, ACTS e EURESCOM) e projetos de desenvolvimento a nível nacional e internacional entre 1986 e 1993, como quadro da Telecom Portugal, a empresa de Telecomunicações de Portugal. Foi responsável pelo desenvolvimento de sistemas de Gestão de Redes e Serviços para o grupo PT de 1993 a 2003, na empresa Portugal Telecom e desde 1999 da PT Inovação. Foi responsável pela Unidade funcional de Gestão de SLA e QoS entre 2003 e 2008. Coordenou as equipas de desenvolvimento dos sistemas Altaia (gestão de desempenho) e Centaur (Gestão de Fraude). Entre 2008 e 2011 foi responsável pela Divisão de Sistemas de Construção e Inventário de Rede na direção de Sistemas de Suporte às Operações coordenando o desenvolvimento das equipas do sistema Netwin de Construção e Inventário da PT Inovação.
Foi gestor de projetos de desenvolvimento de soluções de OSS para clientes da PT Inovação entre 2003 e 2011, nomeadamente para a implementação de soluções centralizadas de Gestão de QoS e de Inventário. Atualmente é responsável pela Divisão de Arquitetura e Inovação de sistemas OSS da PT Inovação.

Raúl Costa, licenciado em Engenharia Eletrotécnica pela UTAD iniciou o estágio profissional na PT Inovação em 2005, subordinado ao tema *clustering* de aplicações J2EE. Desenvolveu diversas aplicações Java e J2EE para a gestão de alarmes de sistemas e serviços de telecomunicações. Em 2006 colaborou com a Withus que o levou a participar no projeto de ampliação da rede 3G da TMN onde coordenava os trabalhos de ampliação da transmissão para aumento de débitos até 3.6MB em todo o país. Regressou à PT Inovação em Fevereiro de 2007 onde continuou o trabalho de desenvolvimento e testes de sistemas de gestão de redes.
Desde Março de 2010 que é *Team Leader* da equipa de desenvolvimento do ArQoS NG, o Sistema de Gestão para Monitoria de Qualidade de Rede e Serviços da PT Inovação. Nesta área tem acompanhado diversos projetos desde a sua conceção até à operacionalização final em cliente.

Pedro Figueiredo Fernandes concluiu em Dezembro de 2007 o Mestrado em Engenharia Informática e Computadores, pelo Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, onde foi monitor entre 2005 e 2007. A tese do mesmo foi desenvolvida no âmbito do projeto Europeu IST WIP – An All-Wireless Mobile Network Architecture (IST-4-027402), com o tema de Descoberta de Serviços em redes sem fios. Integra a equipa da PT Inovação desde 2009, onde trabalhou em projetos como a linha SDH Emilo, na solução de Monitoria de Qualidade de Serviço ArQoS, no equipamento de telecontagem e comunicação M2M *Multi Utility Gateway*, e no equipamento de POS de pagamentos via telemóvel TMN Wallet. O seu trabalho atual foca-se na evolução do Sistema ArQoS e os seus interesses situam-se nas áreas de redes e aplicações IP e M2M.

Bruno Marques Silva, concluiu, em 2008, a Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, ramo de Telecomunicações, na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. No mesmo ano ingressou na PT Inovação, para efetuar estágio profissional na área do desenvolvimento de serviços de dados para redes móveis. Está desde 2010 no departamento de Desenvolvimento de Soluções de Rede Inteligente, tendo participado no desenvolvimento de lógicas de controlo de *charging* e *policy* na plataforma NGIN.

Manuel Aguiar, Licenciado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, em 1994, trabalhou na Marconi, General Electric e no Instituto de Telecomunicações antes de ingressar na PT Inovação em 1997.
Desde então trabalhou em equipas de desenvolvimento de *software* nomeadamente num OMC da PT Inovação, Agora e AgoraNG, tendo sido responsável de equipa de projeto de um dos módulos deste último, integrado na direção de desenvolvimento de sistemas de rede.
Em 2006 tornou-se responsável pela unidade de gestão local e qualidade de serviço até 2008, altura em que passou a integrar a direção de Sistemas de Suporte às Operações como Gestor de Divisão da área de Diagnóstico e Qualidade de Serviço. Em 2012 passou a desempenhar funções de Gestor de Divisão de Conceção de Produtos e Soluções de Gestão de Problemas, Diagnóstico e Qualidade de Serviço na mesma direção.

13 Soluções cognitivas na gestão de redes LTE

palavras chave

LTE, redes móveis, 3GPP, Femto células, HeNB, Cognitive Networks, contexto, modelo de negócio.


ÁLVARO GOMES


TIAGO MOREIRA


DIOGO CONDEÇO


WILLIAM LAGE

O LTE (*Long Term Evolution*) também chamado de 4G permite um débito máximo superior e mais QoS (*Quality of Service*) que os sistemas móveis 3G. No entanto, a limitação do espetro radioelétrico disponível e a necessidade de não elevar muito o número de *sites*, relativamente aos existentes, para não elevar drasticamente os custos de investimento e operacionais, terá como resultado que a QoS média disponibilizada aos utilizadores estará longe das reais capacidades máximas da tecnologia. Neste artigo é proposta a implementação de femtocélulas (HeNB - *Home evolved Node B*) de acesso híbrido geridas por soluções cognitivas: mobilidade e configuração do HeNB, enquadrada por um novo modelo de negócio em que o cliente é também um parceiro. Com esta abordagem pretendem-se ganhos significativos em termos de capacidade e qualidade da rede rádio a custos limitados.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Ao especificar o LTE, o 3GPP não só disponibilizou um sistema móvel que fornece débitos e QoS elevados como garantiu a plataforma tecnológica para a evolução dos sistemas móveis baseados em novos conceitos.

A evolução das infraestruturas de telecomunicações fixas e particularmente a disponibilização da fibra ótica até casa possibilitará ao utilizador uma experiência de utilização que as redes móveis procurarão atingir. O canal rádio é assumidamente o *bottleneck* da rede móvel e principal limitador ao débito e desempenho dum sistema. Este constrangimento resulta principalmente da limitada largura de banda atribuída a cada operador móvel. Apesar do LTE possuir a flexibilidade (*multicarrier*) para usar diferentes larguras de banda em diferentes zonas do espetro radioelétrico, o seu débito máximo só é conseguido para a largura de banda máxima (20MHZ), cuja disponibilidade é limitada. Apesar da evolução da tecnologia na interface rádio através de técnicas como o *Adaptation Modulation Coding* (AMC) e o *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) se ter aproximado dos limites teóricos o desempenho está longe do que estará disponível ao utilizador através da fibra ótica. No entanto, outros fatores como o planeamento e gestão eficientes e atempados têm um papel fundamental no desempenho geral da rede rádio.

No cenário descrito, a melhoria significativa da qualidade do serviço e da capacidade na rede implica a diminuição do raio das células ou o aumento de setores por *site*. Uma vez que a segunda opção não é eficiente para a maioria dos *sites* já com 3 setores, a solução passa pelo aumento do número de *sites*. A implementação de um número acrescido de novos *sites* terá custos adicionais para o operador móvel (CAPEX e OPEX). Com o preço do *bit* a cair, e com o atual ambiente de crise económica, os operadores dificilmente poderão suportar os custos de implementação e operação (CAPEX e OPEX) de mais *sites,* particularmente se quiserem aumentar significativamente a qualidade do serviço fornecido com as atuais soluções tecnológicas e modelos de negócio. Assim, neste artigo é proposta uma solução baseada em femtocélulas que compreende um novo modelo de negócio e uma solução técnica que endereça os principais aspetos da sua implementação.

2. ESTADO DA ARTE

O LTE traz melhorias substanciais no serviço móvel: débitos superiores, melhor qualidade de serviço e de experiência de utilização. Contudo, ainda persiste um grande desafio, por parte dos operadores de rede, que necessita de ser superado relativamente à cobertura da rede móvel em ambientes *indoor*. De facto, existem situações em que o sinal recebido no terminal móvel no interior de um edifício pode ser insuficiente ou inexistente para se obter uma qualidade de serviço desejável. Impossibilitando, assim, de atingir o débito potenciado pela tecnologia LTE. Com a finalidade de superar esta limitação, existem soluções que podem ser adotadas como repetidores ou *picocélulas*. No entanto, este tipo de solução é traduzido num esforço financeiro para operadores móveis pois implica um aumento tanto em CAPEX como em OPEX, prejudicando a expectativa lucrativa futura. Como exemplo, destaca-se o elevado custo do aluguer do local onde estas soluções são implementadas, que pode atingir cerca de 20% dos custos permanentes do operador (OPEX). Para ultrapassar esta limitação e

beneficiar da rede LTE, surgiu recentemente uma alternativa económica, sem custos de manutenção para o operador, permitindo desta forma ultrapassar a falta de sinal no interior dos edifícios. A solução é um equipamento semelhante a um *router* WIFI que é adquirido e instalado pelo próprio consumidor na sua residência necessitando apenas de uma ligação de banda larga, designando-se por HeNB [1], fornecendo cobertura LTE na zona onde estiver instalado. Os HeNB apresentam vantagens para o consumidor e operadores de telecomunicações, reduzindo uma parte significativa das despesas de aquisição e/ou manutenção, aumentando a cobertura e a capacidade geral da rede LTE [2].

A falta de cobertura *indoor* pode ser substancialmente reduzida através da adoção desta solução. Atualmente, existem três tipos distintos de acesso associado ao HeNB [3]:

1. Acesso aberto: Qualquer terminal tem permissão para se ligar sem qualquer tipo de restrições. Não existe qualquer controlo no acesso e não é permitida a colocação de qualquer tipo de limitação pela parte do proprietário do equipamento;
2. Acesso fechado: O proprietário tem total controlo no acesso através de uma lista (*closed subscriber group* - CSG) onde são dadas permissões apenas a um grupo restrito;
3. Acesso híbrido: Define-se como uma junção do acesso aberto e do acesso fechado. Neste tipo de acesso qualquer terminal pode ligar-se, contudo existe uma lista preferencial, definida pelo proprietário, com prioridades que se sobrepõem relativamente aos utilizadores fora da lista.

Para além dos fatores mencionados anteriormente, a instalação e uso dos HeNB nas residências pode originar outro tipo de vantagens ao consumidor, uma vez que, dentro da zona de cobertura do HeNB o terminal necessita de menos energia para se ligar.

3. NOVO MODELO DE NEGÓCIO

NOVO MODELO DE NEGÓCIO

Como foi descrito anteriormente, se o uso de HeNB, particularmente os híbridos, for difundido no mercado das telecomunicações, existe a possibilidade de obter um modelo de negócio vantajoso para ambas as partes (operadores e clientes). A Figura 1 sintetiza um modelo de negócio em que são considerados 4 entidades:

- utilizador que se irá ligar ao equipamento HeNB;
- operador móvel;
- proprietário do HeNB;
- provedor de banda larga.

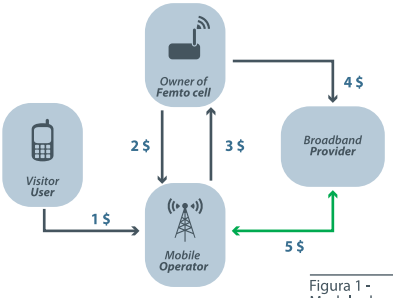


Figura 1 - Modelo de negócio em HeNB com acesso híbrido

O preço que o utilizador (que se irá ligar ao equipamento HeNB) paga para obter uma qualidade de serviço superior relativamente à rede eNB é basicamente o mesmo, ou seja qualquer utilizador dentro da cobertura do HeNB consegue obter melhorias significativas na qualidade de serviço sem custos adicionais (Ponto 1). Após adquirir o equipamento HeNB, o proprietário paga ao operador móvel o serviço associado ao equipamento (Ponto 2) e o acesso à banda larga ADSL (Ponto 4). Por sua vez, o operador móvel pode, por exemplo, beneficiar o proprietário do HeNB através da redução de custos de chamadas móveis realizadas no seu terminal (Ponto 3), por disponibilizar livremente o acesso ao seu HeNB híbrido a outros utilizadores.

Quanto ao operador de rede, o modelo de negócio proposto foca-se principalmente no segmento de consumo, onde o HeNB é visto como um produto que, juntamente com um plano de preços, pode aumentar as receitas e a fidelização de clientes.

Um esforço que pode ser feito para alcançar melhores planos de preços e dividir os custos operacionais para os operadores, pode passar por uma parceria com o provedor de banda larga, apresentando, desta forma, aos clientes um serviço integrado novo (híbrido + banda larga) (Ponto 5).

4. MOBILIDADE E INFORMAÇÃO DE CONTEXTO

MOBILIDADE E INFORMAÇÃO DE CONTEXTO

Em ambientes celulares homogéneos e heterogéneos uma boa gestão da mobilidade é imprescindível para que o terminal possa transitar de uma célula para outra sem que haja interrupção do serviço. No caso de redes homogéneas (eNB-HeNB), o terminal necessita de informações adicionais de modo a poder tomar decisões tanto a nível de eficiência energética do terminal (com impacto na autonomia do terminal) como a nível de qualidade do serviço (ex. excluir ligar-se a HeNB quando se desloca a velocidades elevadas, havendo maior probabilidade de queda da ligação). Para que haja um conjunto correto de decisões por parte do terminal, a informação de contexto torna-se de elevada importância.

Informações essenciais, tais como, o tipo de rede disponível na localização do terminal, as permissões que o terminal tem perante uma determinada rede são fundamentais para serem usadas nos algoritmos de descoberta e escolha da rede mais adequada. Este tipo de gestão de mobilidade é atualmente limitada onde o critério de mudança de célula é apenas baseado na *Signal to Noise Ratio* (SNR). No âmbito do projeto ICT C2POWER [4] foi desenvolvido e avaliado um algoritmo que usa informação de contexto para tirar máximo partido da disseminação dos HeNB, pois com o aumento da densidade de HeNB, numa determinada região, existe a possibilidade de diminuir em média a potência de transmissão dos terminais móveis através de uma boa gestão de informação de contexto.

O algoritmo desenvolvido para a gestão de mobilidade, através do uso de informação de contexto, percorre quatro fases até à sua decisão final, como descrito a seguir.

Recolha de informação de contexto: Nesta primeira fase, o algoritmo recolhe as informações de contexto necessárias. As informações de contexto podem ser recolhidas de duas formas:

1. Através de pedidos à rede, onde é enviada a informação de todas as redes disponíveis na zona do terminal;
2. Através das interfaces do próprio terminal, como por exemplo, leituras de GPS (para saber a localização e velocidade do terminal), carga da bateria, aplicações usadas, entre outras.

Processo de Avaliação de redes e políticas de acesso: Na segunda fase chamada "*Reasoning*", o terminal agrega toda a informação e processa-a. Nesta fase, a lista de todos os HeNB assim como de todos os eNB, passam por um processo de avaliação onde as redes que o terminal não tem permissões para se ligar são excluídas. Usando a informação de contexto relativa à sua velocidade, o terminal pode ou não excluir os HeNB, uma vez que o tempo de permanência dentro da cobertura irá diminuir com o aumento da velocidade. Este processo torna mais eficiente o processo de descoberta de redes no terminal pois evita a tentativa de se ligar a redes as quais à partida são restritas ou que podem diminuir a qualidade de serviço.

Processo de descoberta de redes: Após o processo de avaliação de redes ter terminado, o terminal possui uma lista de redes filtrada. Neste momento o terminal executa o processo de descoberta, procedendo ao varrimento da lista de redes previamente definida de forma a verificar a existência das mesmas. Nesta fase, se existir alguma rede que não for detetada, o algoritmo automaticamente exclui-a da lista que será usada posteriormente. No final deste processo, apenas as redes que foram detetadas e que o terminal tem permissões para se ligar serão usadas na seguinte fase, ou seja, na decisão final.

Decisão Final: É nesta última fase que o algoritmo decide qual a rede que lhe permite maiores poupanças energéticas. Para proceder à decisão final, o algoritmo estima a quantidade de energia necessária para todas as redes individualmente e seleciona a mais eficiente.

A decisão final, ao contrário dos mecanismos atuais de decisão de HO (*Handover*) baseados no SNR, usa uma abordagem baseada na estimativa da potência, no *Uplink*, já implementada na rede LTE para promover a diminuição da interferência gerada pelos terminais móveis [5]. Basicamente o terminal usa um conjunto de informações disponibilizadas pela rede (potência de transmissão e interferência de cada eNB e

→→

HeNB juntamente com parâmetros de correção de PL), assim como alguns parâmetros medidos no próprio terminal (potência de receção de cada eNB e HeNB) de forma a estimar o *Path Loss* (PL) para todas as redes disponibilizadas no processo anterior. Ajustando o PL para as diferenças entre os eNB e HeNB (e.g. ganhos das antenas), garantindo ao mesmo tempo a QoS pretendida (SNR no *Uplink*), é possível verificar qual a rede que necessita de uma potência de transmissão inferior e assim poupar energia, sendo desta forma a decisão final obtida no algoritmo. A representação na Figura 2 mostra, em ambientes *outdoor*, a aplicação do novo conceito, onde é possível visualizar a zona de ganho energético obtida através do uso do algoritmo proposto, comparativamente aos mecanismos usados atualmente.

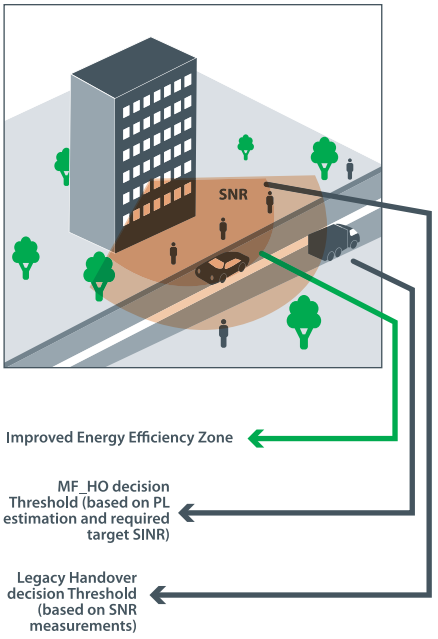


Figura 2 - Comparação entre limites de decisão de HO

Na Figura 3 apresentam-se os valores obtidos em simulação por um terminal quando ligado a um HeNB relativamente a um eNB em ambientes *indoor*.

Na Figura 3 é possível verificar-se que numa situação em que um terminal se encontra ligado a uma rede macro (eNB) dentro da sua casa, onde a qualidade de sinal é fraca, este apresenta um consumo energético que atinge aproximadamente o máximo suportado pelo terminal (194,2 mW). Esta situação pode melhorar significativamente se

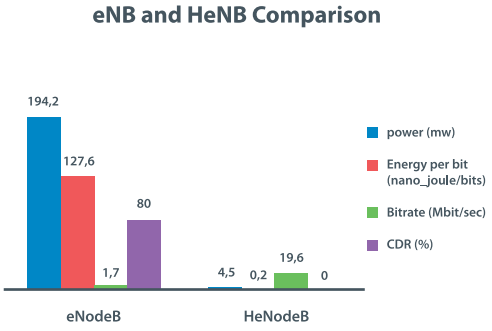


Figura 3 - Desempenho eNB versus HeNB

se proceder à aquisição e instalação de um equipamento HeNB. Neste sentido o gasto energético no *uplink* do terminal é reduzido em cerca de 97%. Para além desta melhoria, a QoS aumenta significativamente (cerca de 91%), uma vez que o terminal passa de uma *taxa de dados* de 1,7Mbit/s para 19,6Mbit/s. A figura mostra também que o número de chamadas caídas provocadas por falta de cobertura *indoor* pode ser substancialmente reduzido através da adoção desta solução.

5. SOLUÇÃO COGNITIVA DE GESTÃO DE HeNB

Apesar das restrições quanto ao limite de potência de transmissão aplicadas aos HeNB, quer por razões físicas (reduzidas dimensões), quer pelo princípio de funcionamento (cobertura local), estas podem mesmo assim causar sérios efeitos de interferência com as outras entidades na rede, em particular as BS (*Base Station*) do operador. Como, aquando do planeamento da rede, é impossível precaver estes efeitos, uma vez que a instalação de HeNB não é planeada *"a priori"*, é por isso imperativo dotar a rede de meios para evitar que tal aconteça, tornando o processo automático e reconfigurável.

O processo de configuração de um HeNB, deve levar em conta que esta célula deve degradar ao mínimo os serviços das entidades já presentes na rede, quer sejam BS, MT (*Mobile Terminal*), ou outros HeNB, isto implica uma escolha cuidada da portadora a utilizar e da potência máxima com que este pode emitir.

No decorrer do projeto europeu WHERE2 [6][7] (*Wireless Hybrid Enhanced Mobile Radio*

Estimators – Phase 2), foi desenvolvido um sistema cognitivo para configuração de HeNB, tendo em conta o ambiente rádio em torno da localização da célula a configurar. No início, a configuração deste tipo de células era feita apenas levando em consideração uma curta proximidade em torno da célula, o que apesar de resultar em algumas situações, revelava algumas lacunas, que poderiam continuar a conduzir a uma perda de QoS por parte do utilizador, levando a uma degradação acentuada nos serviços fornecidos pelo operador. Esta necessidade (por uma manutenção ou melhoria de qualidade dos serviços) foi a razão para o desenvolvimento do sistema proposto.

A informação sobre a posição tem uma importância vital para o princípio de funcionamento do sistema apresentado no diagrama da Figura 4. Enquanto que as macros são células fixas, e com um grau de mobilidade praticamente inexistente, uma vez que após serem instaladas, muito dificilmente sofrem alterações de posição, os HeNB são pequenos dispositivos com um grande grau de mobilidade, pois foram projetados exatamente para esse fim – para serem fáceis de movimentar e instalar. Por outro lado, enquanto as macros são dispositivos com grandes níveis de potência, os HeNB são dispositivos de baixa potência, pois o seu uso está restrito a curtas vizinhanças, isto faz com que a exatidão na localização de um HeNB tenha uma relevância muito maior que no caso de uma macro. Assim, enquanto que numa macro a distribuição de sinal é pouco afetada por uma pequena diferença na posição em que se encontra, um HeNB é fortemente influenciado pelo local em que está instalado. Assim é necessário o uso de um sistema de localização (quer este seja um GPS, ou um dos sistemas a ser desenvolvido no âmbito do projeto WHERE2 [10]). Esta informação (1) vai ser utilizada para duas tarefas diferentes: saber onde o novo HeNB vai ser colocado; e a partir dessa localização, a obtenção da informação sobre a disposição da rede na vizinhança dessa célula.

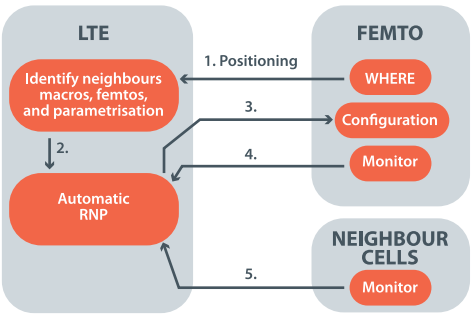


Figura 4 - Arquitetura funcional [8]

A informação necessária para o processo de configuração é do conhecimento da rede, e obtida a partir da localização obtida (1). Assim, é recolhida uma lista com as células vizinhas e os seus respetivos parâmetros. Entre os parâmetros a recolher destacam-se: a(s) portadora(s) utilizadas, os níveis de potência, e a localização das mesmas.
A informação recolhida (1) e (2) é utilizada para a recriação computacional do cenário numa ferramenta de RNP (*Radio Network Planning*), a qual usa a informação real para testar o cenário real recriado com a introdução da nova célula. Os parâmetros a configurar na célula são relativos à portadora a utilizar e à potência de transmissão. O cálculo da portadora é feito com base no maior valor de SNR médio para o cenário de instalação do novo HeNB. Assim nesse local é colocada uma célula à qual vai sendo atribuída sucessivamente uma portadora e medido o SINR médio do cenário, levando em conta as diversas entidades dispostas no mesmo que partilham o espetro disponível para a utilização de HeNB. Como a escolha de portadora recai sobre o maior valor médio de SINR do cenário, garante-se que os efeitos de interferência para com as vizinhas são minimizados. Como um cuidado planeamento da portadora pode não ser suficiente para minimizar as interferências de forma a garantir um correto funcionamento da rede, impõe-se então um controle de potência de transmissão, para minimizar ainda mais esses problemas. Neste processo, são estabelecidas algumas garantias quanto à QoS quer dos utilizadores (HeNB) presentes na rede, quer para os novos clientes que pretendem instalar o seu HeNB na rede.

Assim:
- Utilizadores existentes não podem ver sua qualidade de serviço deteriorar-se significativamente pela introdução abrupta de novos utilizadores;
- Novos utilizadores têm que tirar benefício significativo pela instalação de um novo HeNB, caso contrário não se justifica a introdução de uma nova célula na rede.

Após definidos os parâmetros que satisfazem as duas condições anteriores, a ferramenta de RNP verifica se consegue garantir o uso de uma potência mínima sem afetar significativamente o sistema, ou se tem que diminuir alguma das células vizinhas. Em todos os casos, o sistema procura sempre usar o máximo de potência disponível para garantir a máxima cobertura possível por parte do HeNB. Os parâmetros podem no entanto depender da área (rural, urbana ou suburbana) em torno do local onde vai ser feita a instalação.

Após a obtenção dos dados a configurar no novo HeNB, os mesmos são enviados à celula para a sua configuração (3). Apesar de todo o cenário ser baseado na realidade da rede disposta, podem ocorrer fenómenos que impossibilitam o correto funcionamento, ou pelo menos de acordo com o planeado, pelo que é necessário aferir da validade dos resultados obtidos pelo processo. Assim, a nova célula (4), bem como as já existentes (5) monitorizam o espetro para verificarem o funcionamento da rede, após a nova célula entrar em funcionamento. Esta informação é reportada à rede que avalia o seu funcionamento, e determina se esta está a funcionar de acordo com o planeado, ou se é necessário desencadear um novo processo de configuração. Caso, por alguma razão, seja necessária uma reorganização ou reconfiguração da rede (sobretudo a nível de HeNB), o operador pode livremente solicitar a execução de um novo processo de configuração, que se realizará num ato contínuo e em tempo real sem afectar significativamente a rede, e os utilizadores ligados a esta.

É importante referir que todo o processo de comunicação entre rede do operador e HeNB é feita de acordo com as especificações do 3GPP [8][9] para os parâmetros de configuração de um HeNB, para permitir uma maior facilidade na adoção prática deste sistema.

6. AVALIAÇÃO DO SISTEMA

AVALIAÇÃO DO SISTEMA

A Figura 5 (a) apresenta os resultados obtidos para o cenário de teste desenvolvido. O cenário é constituído por uma BS e por nove HeNB, em que a potência máxima de transmissão da BS está configurada para 33dBm e a dos HeNB para até 20dBm.

Um novo utilizador pretende utilizar um novo HeNB (H13) da Figura 5 (b) – que é colocado na posição do cenário onde o utilizador o pretende instalar. Neste local existem já alguns sinais provenientes de HeNB vizinhos, entre os quais, o do HeNB mais próximo (H12) que se encontra a funcionar na mesma portadora. Este caso, origina um severo efeito de interferência inutilizando os dois HeNB (H12 e H13). Na vizinhança destas células os níveis de SINR são relativamente baixos, levando a que a cobertura de rede nesses locais seja assegurada por outros HeNB e/ou pela BS, como é visível pelos tons claros da distribuição de sinal (sinónimos de baixos SINR).

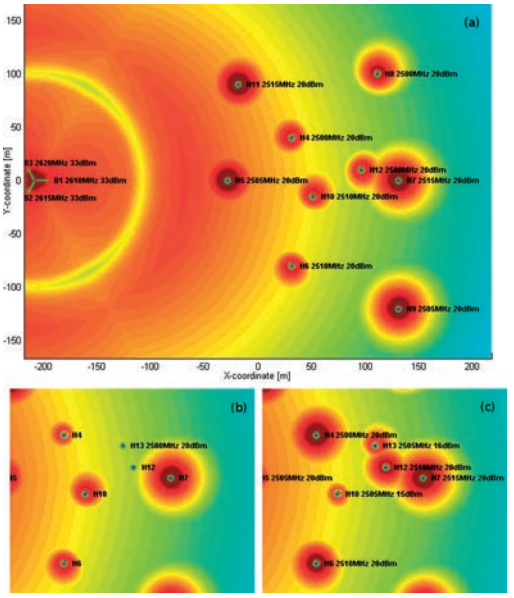


Figura 5 -
(a) Cenário inicial;
(b) Introdução do novo HeNB;
(c) Detalhe do cenário final

Ao introduzir-se o sistema de configuração apresentado, evita-se não só a utilização de portadoras por células vizinhas muito próximas, como se pode verificar pela Figura 5 (c), onde H12 e H13 deixam de partilhar a mesma portadora, como o novo HeNB passa a utilizar a portadora que apresenta maior qualidade de sinal (ou seja, maior SNR médio). Para esta configuração ambos os HeNB, que no caso anterior se encontravam inutilizados, passam a apresentar uma distribuição de sinal, com uma qualidade muito superior – como se pode verificar pelo tom mais escuro (sinónimo de um SNR

→→

médio mais elevado). As células H10 e H13 deixam também de transmitir ao máximo da potência, permitindo com que continuem a apresentar uma qualidade de sinal muito boa, enquanto que, minimizam os efeitos de interferência entre ambas.

Para os efeitos da demonstração deste processo optou-se por limitar o uso de portadoras a um número baixo (quatro) para forçar os processos de escolha de portadora e de potência de transmissão com um número pequeno de HeNB.

Para avaliar a importância deste trabalho de investigação é ainda interessante verificar que um dos fabricantes líder no mercado na comercialização de HeNB – Qualcomm – abandonou o processo de configuração, baseado apenas em *sensing*, para passar a utilizar soluções [10] mais eficientes e próximas da apresentada neste artigo.

CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

O aumento da complexidade dos sistemas móveis aleada à necessidade de otimizar o uso de um recurso tão escasso como o espetro radioelétrico tem levado à adoção de soluções cognitivas na gestão dos recursos rádio. No presente artigo é proposto um uso generalizado de femtocélulas de acesso híbrido como o modo de aumentar a capacidade da rede e qualidade do serviço fornecidas, sem custos significativos para o operador. A integração das femtocélulas nos sistemas atuais, de planeamento e gestão manual, é suportada por duas soluções cognitivas: uma garante a configuração dos HeNB de acordo coma sua localização e a outra a mobilidade do utilizador na rede. A avaliação efetuada e apresentada neste artigo prova a viabilidade deste tipo de soluções que também endereça aspetos da eficiência energética no terminal móvel. Uma maior eficiência conseguida através da solução proposta não só diminui o impacto ambiental como aumenta significativamente a autonomia do terminal móvel.

REFERÊNCIAS

[1] - 3GPP TR 23.830 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Architecture aspects of Home NodeB and Home eNodeB (Release 9), 2009
[2] - Stüttgen. H, "femtocells femtocell a promise for mobile users and operators", NEC Europe LTD., 2010
[3] - 3GPP TS 22.220, V11.0.0: Service requirements for Home Node B (HNB) and Home eNode B (HeNB) (Release 11), 2011
[4] - FP7 project - C2POWER, "www.ict-c2power.eu", 2011.
[5] - 3GPP, R1-074850, "Uplink Power Control for E-UTRA – Range and Representation of P0", Ericsson. 2007
[6] - FP7 Project – WHERE2, "www.ict-where2.eu", 2012.
[7] - FP7 Project – WHERE2, "Description of Work", Annex I, May 2011
[8] - FP7 Project - WHERE2, "Intermediate: Coordination and Cooperation between Network Nodes", Deliverable 3.1, July 2012.
[9] - The Femto Forum, "LTE network monitor mode specification v1.01", Technical report, October 2010.
[10] - Qualcomm, "UltraSON™ Uplink Interference Management Suite", http://www.qualcomm.com/about/research/projects/femtocells/private-femtocells/uplink-ultrason, 2012

O trabalho de investigação aqui apresentado foi desenvolvido no âmbito dos projetos ICT Where2 (http://www.kn-s.dlr.de/where2/index.php) e C2POWER (http://www.ict-c2power.eu/).

CV dos autores

CV DOS AUTORES

Tiago Moreira, concluiu a Licenciatura e Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores pela Faculdade de Engenharia da Universidade da Beira Interior em 2010. No ano de 2011 até a data iniciou a sua colaboração com o Instituto de Telecomunicações, Pólo de Aveiro e a PT-Inovação no projeto FP7 co-financiado pela Comissão Europeia, denominado C2POWER (2010-2012) e recentemente no projeto CELTIC, denominado GREEN-T (2012-2014). As suas atividades centram-se em soluções de Radio Cognitivo na área das redes móveis com destaque para os mecanismos de eficiência energética nos terminais móveis de 4ª Geração, arquitetura de redes LTE, mecanismos de mobilidade, QoS e modelos de negócio.

Diogo Condeço, concluiu o Mestrado Integrado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2011. Iniciou a sua atividade profissional em Janeiro de 2011 como colaborador do Instituto de Telecomunicações, Pólo de Aveiro e a PT-Inovação no projeto FP7, co-financiado pela Comissão Europeia, WHERE2 (desde 2011) e recentemente no projeto CELTIC - Green-T (desde 2012). As suas atividades centram-se em redes móveis e soluções de rádio Cognitivo, especificamente automatização do processo de planeamento de rede e configuração de células, soluções de localização para ambientes "indoor" e recentemente mecanismos de mobilidade para comunicações móveis.

William Eras Lage, concluiu a Licenciatura e Mestrado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações na Universidade de Aveiro em 2011. No mesmo ano foi admitido como bolseiro no Instituto de Telecomunicações de Aveiro e em colaboração com a PT Inovação iniciou um trabalho de investigação em projetos europeus focados nas redes móveis 4G. Integrado no âmbito do projeto COGEU, auxilia em paralelo nos projetos C2Power e Where2. Os projetos mencionados centram-se em redes móveis LTE, planeamento e otimização de redes LTE, débitos máximos, qualidade de serviço (QoS), eficiência energética e apresentam soluções cognitivas na gestão de redes LTE.

Álvaro Gomes licenciado em Eletrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro pertence aos quadros da Portugal Telecom desde 1981. Trabalha actualmente no departamento CTE (Coordenação tecnológica e Investigação Exploratória) da PT Inovação (PTIN) como responsável pela participação em projectos de investigação internacionais na área das comunicações móveis. Desde 2000 que o seu trabalho de investigação está focado nas redes móveis 3G, 4G e pós 4G nomeadamente interface rádio e gestão de recursos rádio (RRM) tendo participado nos seguintes projectos ICT: SHUFFLE(2000), SEACORN(2002), EVEREST(2004), WINNER(2005), AROMA(2006),WEIRD (2008), HURRICANE (2008) ,FUTON (2009), C2POWER (2010) e COGEU (2010).Na área da consultoria desenvolveu as seguintes actividades: expansão e reengenharia da rede GSM do 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 ao LTE\SAE".

14 Resiliência em *Generalized Multiprotocol Label Switching* (GMPLS)

palavras chave

GMPLS, algoritmos, heurísticas


MIGUEL SOARES


ANDRÉ BRÍZIDO


CLÁUDIA SEQUEIRA


TERESA GOMES


LUÍSA JORGE


PAULO MELO


JOSÉ CRAVEIRINHA

Dada a criticidade da disponibilidade das redes de transporte, em redes MPLS-TP é comum aprovisionar LSP (*Label Switched Path* – caminhos ao longo da rede) dedicados exclusivamente a funções de proteção, dando origem a esquemas de proteção 1:1, 1+1 ou 1:N (1). Nestes tipos de proteção pretende-se que o LSP de proteção seja o mais disjunto possível do LSP ativo pois a falha de um elemento comum poderia pôr em causa os dois LSP.
Se no cálculo destes caminhos for tida em conta informação de SRLG (*Shared Risk Link Group*) é possível identificar troços que apesar de serem distintos têm uma grande probabilidade de falhar em simultâneo (ex: troços de fibra que atravessam a mesma conduta).

Neste artigo serão apresentados os resultados da implementação de heurísticas para a determinação de pares de caminhos ativo/proteção, disjuntos nos nós de rede e nos SRLG. Tiveram de ser tidos em conta requisitos de baixo consumo de memória e CPU pois as unidades de processamento dos equipamentos de rede onde irão correr as heurísticas têm recursos muito limitados. Serão também apresentados os resultados de melhoramentos introduzidos a duas heurísticas conhecidas.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

O grande volume de tráfego transportado nas redes de telecomunicações, bem como a criticidade da informação transportada, torna necessário assegurar que estas redes são capazes de resistir a falhas. Uma avaria durante um período de tempo reduzido pode deixar um número muito grande de utilizadores sem serviço, ou colocar em risco serviços críticos. Esta situação pode ter custos muito elevados, pelo que se tem investido no desenvolvimento de tecnologias que permitem prevenir e recuperar falhas, procurando assegurar que estas não se manifestem como avarias.

Um SRLG é um grupo de ligações que partilham o mesmo recurso físico (cabo, conduta, nó, etc.) cuja falha resulta na falha de todas as ligações desse grupo [2]. Os protocolos de encaminhamento podem distribuir pelos nós da rede informação acerca dos SRLG a que cada arco pertence. Isto torna possível a determinação de caminhos disjuntos nos SRLG. Contudo a determinação de um par de caminhos disjuntos nos SRLG é um problema NP-completo [3], i.e., não pode ser resolvido em tempo polinomial.

A resolução exata deste problema (como problema de Programação Linear Inteira – PLI) requer um tempo de resolução elevado, pelo que não é compatível com a determinação de caminhos a pedido do plano de controlo numa rede de telecomunicações, devido por um lado à exigência dos recursos computacionais necessários e por outro devido ao seu tempo de resposta. Assim, têm sido propostas heurísticas para a determinação de pares de caminhos disjuntos nos SRLG, entre outras em [2], [4], [5], [6], [7], [8].

O *Generalized Multiprotocol Label Switching* (GMPLS) é uma generalização do MPLS. O GMPLS faz com que seja possível ao MPLS intervir ao nível do plano de controlo (sinalização e encaminhamento) em dispositivos que usem qualquer um dos tipos de comutação: comutação de pacotes, comutação no tempo e comutação no comprimento de onda.

A introdução do Plano de Controlo GMPLS constitui um fator diferenciador em relação às redes tradicionais, pois permite deslocar a inteligência para os elementos de rede através de mecanismos de sinalização distribuída e de descoberta de recursos. Numa rede onde apenas existe um sistema de gestão centralizado, o aprovisionamento é geralmente efetuado por um operador humano, enquanto numa rede GMPLS, os elementos de rede trocam mensagens entre si para manter uma visão atualizada da rede e tomar decisões sobre rotas no estabelecimento de novos serviços ou em resposta a falhas. Para além disso, a introdução de interfaces UNI OIF (2008) e E-NNI OIF (2004) possibilita que equipamentos de clientes ou de outros domínios administrativos possam efetuar pedidos à rede, tornando-a mais dinâmica.

A distribuição dinâmica do processamento pelos elementos de rede constitui assim uma mais-valia essencial para aumentar a resiliência da rede ao permitir mecanismos de restauro automático, i.e., obtenção de novos caminhos em resposta a falhas sem necessidade de intervenção humana. Estas operações permitem reduzir os tempos de resposta na recuperação de falhas e diminuem os custos operacionais (OPEX) da exploração de uma rede de transporte. Contudo, a qualidade das decisões tomadas pelos elementos de rede está limitada pela baixa capacidade de processamento e

→→

memória dos mesmos, pelo que a utilização de algoritmos de cálculo de caminhos eficientes em termos computacionais é fundamental.

Neste artigo serão apresentadas novas heurísticas resultantes da adaptação de heurísticas conhecidas para correr em sistemas embebidos como as unidades de processamento dos equipamentos de rede da PT Inovação.

2. DESCRIÇÃO TÉCNICA

DESCRIÇÃO TÉCNICA

Conflicting SRLG Exclusion – Min Sum (CoSE-MS) e *Iterative Modified Surballe's Heuristic* (IMSH) representam as heurísticas que melhor se adaptam às necessidades do Plano de Controlo GMPLS da PT Inovação e ambas permitem determinar pares de caminhos disjuntos nos SRLG que depois podem ser utilizados para estabelecer LSP protegidos.

A CoSE-MS foi selecionada devido ao facto de ser bastante eficiente no que toca aos seus tempos de execução. Já a IMSH foi escolhida por ser bastante precisa, o que permitiu aferir a qualidade dos resultados obtidos pela CoSE-MS. Neste trabalho, as heurísticas CoSE-MS e IMSH foram melhoradas, permitindo calcular um par de caminhos disjuntos nos nós e nos SRLG, com custo aditivo mínimo, de forma mais eficiente e mais precisa. As heurísticas resultantes foram denominadas de CoSE-MScd e IMSHd. Para além disso, foram também implementadas duas novas heurísticas que permitem calcular um conjunto de N caminhos disjuntos nos nós e nos SRLG, com custo aditivo mínimo (kCoSE-MScd e kIMSHd) [9].

As heurísticas aqui apresentadas assentam num processo iterativo, em que vão sendo sucessivamente calculados pares de caminhos candidatos e verificado se os mesmos são disjuntos nos nós e nos SRLG. O par de caminhos selecionado é sempre aquele com um custo inferior ao custo do melhor par de caminhos disjuntos nos nós e nos SRLG encontrado até ao momento. Sendo heurísticas, pode acontecer que a solução encontrada não seja a de mais baixo custo aditivo existente na rede, ou mesmo que o número máximo de iterações seja atingido sem encontrar nenhuma solução (apesar desta existir).

A grande diferença entre a IMSH e o CoSE-MS é a forma como o primeiro caminho é calculado em cada iteração. A IMSH usa um algoritmo de enumeração de caminhos[1], enquanto a CoSE-MS obtém esse caminho através do problema que está a resolver nessa iteração.
Assim, de um modo geral, ambas as heurísticas seguem os mesmos três últimos passos em cada iteração:

1. Obtenção de um caminho semente;
2. Transformação da rede com base no caminho semente obtido em 1);
3. Cálculo de um segundo caminho na rede transformada;
4. Verificação se o par de caminhos é disjunto nos SRLG e se tem um custo inferior ao custo do melhor par de caminhos disjuntos nos SRLG encontrado até ao momento.

Com vista a melhorar a precisão do algoritmo foi introduzido um passo adicional baseado na adição de um custo residual aos arcos em sentido inverso do caminho semente e que permite efetuar um novo cálculo (mais rápido) e encontrar soluções que no algoritmo original necessitariam de um ou mais ciclos completos (com a obtenção de um novo caminho semente e transformação da rede). Este melhoramento é ilustrado na Figura 1 e na Figura 2.

No caso particular do CoSE-MS, as soluções são obtidas através da resolução de problemas. Na nova heurística CoSE-MScd, a forma como são gerados os problemas foi melhorada. Para tal, foi alterada a forma como é construído o conjunto de SRLG em conflito (ou seja os SRLG que afetando o caminho semente impedem a obtenção de uma solução), de modo a este ser mais restrito. Isto faz com que o número de problemas gerados (caso não haja solução para um dado problema) seja mais pequeno, o que implica melhor desempenho computacional. Esse aumento de desempenho computacional fica evidente no gráfico da Figura 3.

[1] Um algoritmo de enumeração de caminhos é um algoritmo que permite obter os caminhos numa rede, por ordem crescente do seu custo.

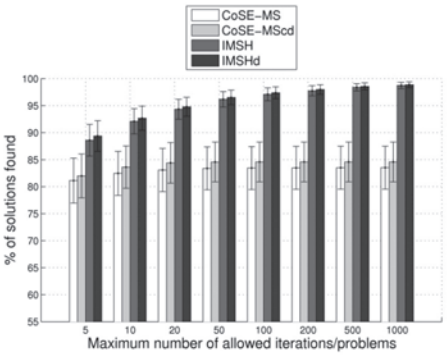


Figura 1 - Percentagem média de soluções encontradas em função do número máximo de iterações permitidas

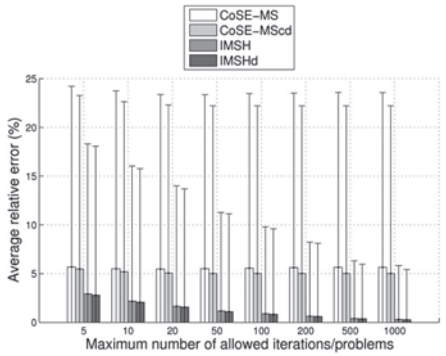


Figura 2 - Erro relativo médio em função do número máximo de iterações permitidas

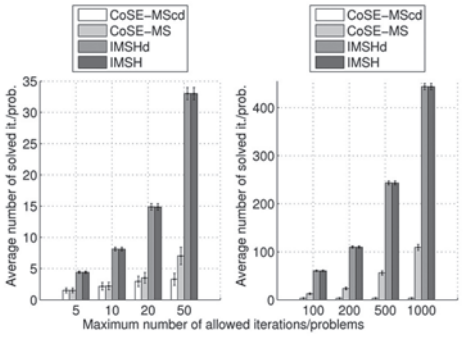


Figura 3 - Número médio de iterações/problemas resolvidos em função do número máximo de iterações permitidas

Os resultados apresentados na Figura 1, na Figura 2 e na Figura 3 foram obtidos a partir da imagem de uma rede real com 231 nós e 471 arcos. As heurísticas foram testadas considerando 10 distribuições distintas de SRLG associados a cada arco não dirigido (resultando em 10 redes de teste). Cada distribuição de SRLG (foram considerados 235 SRLG) foi gerada de forma pseudoaleatória, sendo que cada SRLG pode ser atribuído no máximo a 4 arcos e cada arco pode conter entre 0 a 4 SRLG.

Na Tabela 1 são apresentados os tempos para 1000 execuções de cada heurística. As 1000 execuções correspondem à utilização de cada uma das heurísticas usadas, para o cálculo de um par de caminhos disjuntos nos nós e nos SRLG, usando 1000 pares de origem e de destino[2] diferentes.

Nº máx. de iter.	IMSH (s)	CoSE-MS (s)	IMSHd (s)	CoSE-MScd (s)
5	75.5 ± 2.1	17.3 ± 1.6	77.6 ± 1.5	12.4 ± 0.9
10	89.8 ± 2.3	27.2 ± 2.8	93.5 ± 1.7	16.3 ± 1.3
20	117.4 ± 2.7	45.5 ± 5.3	124.7 ± 2.2	21.2 ± 2.1
50	195.8 ± 4.4	95.1 ± 11.6	214.6 ± 3.9	23.9 ± 2.9
100	319.0 ± 8.2	169.3 ± 20.9	356.7 ± 8.6	24.1 ± 3.1
200	551.2 ± 17.8	302.0 ± 36.1	624.2 ± 19.8	24.1 ± 3.1
500	1207.9 ± 50.8	644.6 ± 78.4	1385.9 ± 57.1	24.1 ± 3.1
1000	2238.8 ± 103.4	1166.8 ± 136.4	2590.4 ± 120.9	24.2 ± 3.1

Tabela 1 - Tempos de execução de cada uma das heurísticas em função do número máximo de iterações/problemas permitidas, obtidos num equipamento PT Inovação, para 1000 pares de caminhos disjuntos.

As heurísticas que permitem calcular um conjunto de N caminhos disjuntos nos nós e nos SRLG não são mais do que uma generalização das heurísticas que permitem obter um par de caminhos disjuntos nos nós e nos SRLG. Quer isto dizer que através de um par de caminhos disjuntos nos nós e nos SRLG são obtidos N caminhos disjuntos nos nós e nos SRLG.

Verificou-se que apesar destes algoritmos não aumentarem significativamente o consumo de memória, são mais exigentes a nível de CPU. A título de exemplo, para obter 1000 conjuntos de 3, 4 e 5 caminhos disjuntos nos nós e nos SRLG, com um número máximo de 100 iterações/problemas resolvidos, foram necessários 682.3 segundos, 960.8 segundos e 960.8 segundos, respetivamente.

3. APLICAÇÃO

Em cada nó da rede GMPLS 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 efetuada através de uma DCN (*Data Communication Network*) que pode ser *Inband* ou *OutBand*.

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

[2] Por par de origem e de destino, entende-se um par de nós da rede formado por um nó que é a origem do caminho e outro nó que é o destino do caminho.

cálculo de rotas do NMS (*Network Management System*).

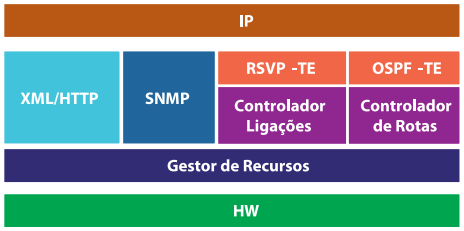


Figura 4 - Componentes de gestão presentes num elemento de rede

O Gestor de Recursos fornece uma camada de abstração do *hardware* e pode interagir diretamente com um sistema de gestão (via SNMP ou XML). As responsabilidades do Gestor de Recursos incluem a gestão da ocupação dos *links* e a deteção de falhas.

O Controlador de Rotas é o componente responsável por fornecer o melhor caminho para o estabelecimento de um LSP e recorre ao OSPF-TE para manter uma visão atualizada da rede. Tipicamente, o algoritmo utilizado num equipamento com OSPF é o algoritmo de Dijkstra. No entanto este algoritmo não é suficiente para calcular pares de caminhos protegidos tendo em conta informação de SRLG. Contudo, o OSFP-TE permite a distribuição da informação de SRLG, pelo que permite a utilização de algoritmos mais complexos. Os algoritmos descritos neste artigo serão utilizados neste componente.

CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

Os baixos tempos de execução (na ordem das dezenas de *ms* para o cálculo de um único caminho) e a elevada eficiência que se verificou existir na utilização dos recursos computacionais, demonstraram que a implementação das heurísticas de cálculo de caminhos disjuntos nos nós e nos SRLG descritas neste artigo é adequada à utilização no Plano de Controlo GMPLS da PT Inovação. Para além disso, constatou-se que as modificações introduzidas às heurísticas COSE-MS e IMSH melhoraram a eficiência das mesmas sem comprometer a sua precisão.

REFERÊNCIAS

[1] - Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Recovery Functional Specification. **Lang, J., et al.** RFC4426 [Online] Março 2006. http://tools.ietf.org/html/rfc4426.
[2] - Trap avoidance and protection schemes in networks with shared risk link groups. **Xu, D., Xiong, Y., Li, G.** 2003, Journal of Lightwave Technology, pp. 2683-2693.
[3] - Diverse routing in optical mesh networks. **Hu, J. Q.** 2003. IEEE Transactions on Communications. pp. 489-497.
[4] - Shared protection in mesh WDM networks. IEEE Communications Magazine. **Ho, P. H. e Mouftah, H. T.** Janeiro de 2004, pp. 70-76.
[5] - IMSH: An iterative heuristic for SRLG diverse routing in WDM mesh networks. **Todimala, A. e Ramamurthy, B.** 2004. 13th International Conference on Computer Communications and Networks. pp. 199-204.
[6] - A heuristic with bounded guarantee to compute diverse paths under shared protection in WDM mesh networks. **Todimala, A. e Ramamurthy, B.** St. Louis: s.n. IEEE Globlecom 2005. pp. 1915-1919.
[7] - CoSE: A SRLG-disjoint routing algorithm. **Rostami, M., Khorsandi, S. e Khodaparast, A.** Toulouse: s.n., 2007. Proceedings of the Fourth European Conference on Universal Multiservice Networks.
[8] - Resilient routing in optical networks using SRLG-disjoint path pairs of min-sum cost. **Gomes, T., Simões, C. e Fernandes, L.** 2011, Telecommunication Systems Journal.
[9] - Determinação de K caminhos disjuntos nos SRLG. **Gomes, T., Soares, M., Craveirinha, J., Jorge, L., e Melo, P.** 2012, INESC Coimbra Research Report No. 5/2012.

CV dos autores

CV DOS AUTORES

Miguel Filipe Rafael de Morais Soares licenciou-se em Ciências da Engenharia Electrotécnica e de Computadores pela Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade de Coimbra em 2009. Concluiu o Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, área de especialização em Telecomunicações pela mesma universidade em 2012. Foi bolseiro no Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores de Coimbra onde desenvolveu trabalho na área da proteção em redes de telecomunicações. Ingressou na PT Inovação em 2012 onde atualmente exerce funções na área de desenvolvimento de sistemas de rede, mais concretamente na unidade de protocolos e interfaces gráficas com o utilizador.

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 exercido funções na área de desenvolvimento de sistemas de rede, mais concretamente na unidade de protocolos e interfaces gráficas com o utilizador.

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

Teresa Gomes é Professora Auxiliar no Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, desde 1998, e investigadora no INESC Coimbra.
Obteve os seguintes graus: Licenciatura em Engenharia Electrotécnica, (1984), Mestrado em Ciência da Computação (1989) e Doutoramento em Engenharia Electrotécnica (1998), todos da Universidade de Coimbra.
É autora ou co-autora de mais de 40 artigos científicos, em revistas e atas de conferências.
Os seus principais interesses são encaminhamento e proteção em redes MPLS, GMPLS e WDM.

José Craveirinha é Professor Catedrático de Telecomunicações no Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (UC) desde 1997, e investigador do INESC Coimbra. Foi Eng. no CET em 1978/79 e Diretor do INESC Coimbra em 1994-99.
Obteve o título de Agregação em Engenharia Electrotécnica (EE) na UC, em 1996 e os graus de PhD e de MSc em EE na Universidade de Essex (UK), em 1984 e 1981, respetivamente e a Licenciatura em EE no Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 1975.
É autor de mais de 100 publicações científicas e técnicas em teletráfego, análise da fiabilidade, planeamento e otimização de redes de telecomunicações.
Os seus interesses são encaminhamento multi-critério e encaminhamento resiliente em redes WDM e IP/MPLS.

Luísa Jorge é licenciada em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra, possui um mestrado em Sistemas e Automação (Análise e Planeamento de Sistemas) e um doutoramento em Engenharia Eletrotécnica (Telecomunicações e Eletrónica) pela mesma universidade. É docente na ESTiG do Instituto Politécnico de Bragança. Tem publicado vários artigos na área das redes de telecomunicações. Os seus interesses de investigação atuais são MPLS/GMPLS, QoS, engenharia de teletráfego e simulação de redes.

Paulo Melo, professor na Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, possui um Doutoramento em Organização e Gestão de Empresas por esta instituição, um Mestrado em Ciências e Automação e uma licenciatura em Engenharia Informática pela Faculdade de Ciências e Tecnologias da mesma Universidade. É autor ou co-autor de várias dezenas de artigos científicos. Os seus interesses de investigação incluem ciência da decisão, ciências dos serviços e sistemas de informação.

15 Processamento digital adaptativo em sistemas óticos 40/100G

palavras chave

Sistemas de transmissão ótica; deteção coerente; processamento digital de sinal.


FERNANDO GUIOMAR

SOFIA AMADO

NELSON MUGA

ARMANDO PINTO

CLÁUDIO RODRIGUES

BRUNO MARQUES

PEDRO DA COSTA

PAULO MÃO-CHEIA

CARLA MACEDO

As redes óticas da próxima geração serão baseadas em novas tecnologias-chave, destacando-se o papel da deteção coerente em conjunto com técnicas avançadas de processamento digital de sinal. Neste artigo são apresentados os conceitos básicos de equalização digital adaptativa das distorções lineares, incluindo a dispersão cromática e a dispersão dos modos de polarização. Na presente fase de desenvolvimento do projeto, foi iniciada a implementação em *hardware*, atualmente suportada pela plataforma Xilinx Virtex-6 FPGA. O objetivo final desta fase é o desenvolvimento de uma carta a integrar em sistemas óticos DP-QPSK a elevados débitos por canal.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

O reaparecimento da deteção coerente como tecnologia dominante em sistemas óticos operando a taxas de transmissão superiores a 40 Gb/s veio potenciar a aplicação de técnicas avançadas de processamento digital de sinal após a desmodulação ótica [1]. A transdução linear da informação transportada na fase da portadora ótica para o domínio elétrico permite implementar de forma ótima a equalização digital dos efeitos lineares decorrentes da dispersão cromática (CD – *Chromatic Dispersion*) e dispersão dos modos de polarização (PMD – *Polarization Mode Dispersion*) [2].

A dispersão cromática pode ser modelada como um efeito determinístico, descrito por expressões analíticas. Desta forma, conhecendo a dispersão acumulada ao longo da ligação ótica, o processo de equalização pode ser realizado de forma estática, invertendo a respetiva função de transferência (equalização no domínio da frequência) [3] ou resposta impulsional (equalização no domínio do tempo) do sistema [2]. Contudo, em sistemas com encaminhamento dinâmico de canais óticos, a dispersão acumulada pode evoluir de forma imprevisível, requerendo um estágio de equalização digital adaptativa. Nestes casos, o equalizador digital pode recorrer a técnicas de auto-ajustamento baseadas em algoritmos de otimização que visam minimizar uma determinada função de custo. Algoritmos como *least mean squares* (LMS) e *recursive least squares* (RLS) permitem que o equalizador digital convirja para o seu máximo desempenho, utilizando sequências de bits de treino. Ao invés da dispersão cromática, a PMD é um fenómeno estocástico cuja evolução aleatória impõe o recurso a equalização adaptativa. À semelhança da equalização digital da CD, também a PMD pode ser compensada com recurso a filtros digitais adaptativos e sequências de *bits* de treino [2].

Os atuais sistemas operando na faixa dos 40-100 Gb/s utilizam os dois estados de polarização ortogonal do sinal ótico para transmitir informação. Devido a imperfeições de fabrico da fibra, os estados de polarização tendem a sofrer uma rotação aleatória ao longo da propagação, o que dificulta a deteção do sinal. Explorando a característica de módulo constante associada ao formato QPSK (*Quadrature Phase-Shift Keying*), o algoritmo CMA (*Constant Modulus Algorithm*) proporciona uma função de otimização simples para adaptação do equalizador digital sem recurso a sequências de treino. Deste modo, os efeitos lineares combinados da PMD, rotação de polarização e CD residual podem ser compensados com um único filtro FIR (*Finite Impulse Response*), adaptável por CMA. Subsequentemente, diversos algoritmos de estimação digital de fase podem ser aplicados no sentido de remover o ruído de fase, recuperando a informação transmitida. As vantagens deste tipo de solução digital adaptativa são múltiplas:

i) a equalização digital adaptativa da CD permite remover as fibras de compensação da dispersão, evitando assim custos e distorções adicionais;
ii) a desmultiplexagem digital da polarização evita o recurso a controladores dinâmicos de elevado custo, instabilidade e complexidade de implementação;
iii) a estimação digital de fase evita a utilização de circuitos PLL (*Phase-Locked Loop*), permitindo em simultâneo reduzir significativamente os requisitos de pureza espetral do laser oscilador local.

Em suma, todas estas vantagens se traduzem

→→

numa otimização de desempenho do sistema em conjunto com uma minimização de complexidade e custos.

Neste artigo iremos abordar de forma detalhada o problema de equalização linear. Na secção 2 é apresentada a descrição técnica da equalização estática da CD e equalização dinâmica dos efeitos dependentes da polarização. Na secção 3 são apresentados detalhes de implementação em *hardware* do equalizador CD, testado e validado experimentalmente. Por fim, na secção 4 são sumariadas as principais conclusões a reter, e apontadas as futuras direções de investigação e desenvolvimento.

DESCRIÇÃO TÉCNICA

2. DESCRIÇÃO TÉCNICA

2.1. EQUALIZAÇÃO DIGITAL DA DISPERSÃO CROMÁTICA

EQUALIZAÇÃO DIGITAL DA DISPERSÃO CROMÁTICA

Em sistemas óticos coerentes, as distorções induzidas pela CD podem ser equalizadas após deteção do sinal recorrendo a filtros digitais implementados no domínio do tempo [2], ou alternativamente, no domínio da frequência [3]. Adicionalmente, a equalização digital da CD pode ser realizada de forma estática (não-adaptativa) ou dinâmica (adaptativa), dependendo das características da ligação e do poder computacional disponível.

No domínio da frequência, a função de transferência linear da fibra pode ser invertida para obter um equalizador *zero-forcing*, que permite obter o campo eléctrico do sinal equalizado, $A_{eq}(t)$, a partir do campo eléctrico do sinal recebido, $A_{rx}(t)$, aplicando a expressão,

$$A_{eq}(t) = \mathscr{F}^{-1}\left\{\mathscr{F}\left\{A_{rx}(t)\right\}\exp\left(-j\frac{\beta_2}{2}\omega^2 L\right)\right\}, \quad (1)$$

onde β_2 é coeficiente de dispersão da velocidade de grupo (s^2/km), ω representa a frequência angular (rad/s), L é o comprimento da ligação (km) e $\mathscr{F}$ representa o operador de transformada de Fourier. A aplicação desta técnica em tempo-real requer ainda a utilização de um algoritmo para conversão da convolução cíclica, implementada pela expressão (1), numa convolução linear. Neste âmbito, os algoritmos *overlap-add* e *overlap-save* são os de uso mais recorrente. O diagrama de blocos que ilustra a sequência de operações necessárias para implementação do filtro *zero-forcing*, no domínio da frequência, é apresentado na Figura 1.

No domínio do tempo, considerando uma ligação ótica estática em que parâmetro de dispersão é bem conhecido, a filtragem da CD pode ser realizada no domínio do tempo, através de um filtro FIR cujos coeficientes, W_k, podem ser determinados pela expressão (Savory, 2008),

$$W_k = \sqrt{\frac{-jT^2}{2\pi\beta_2 L}}\exp\left(j\frac{T^2}{2\beta_2 L}k^2\right), \quad -\left\lfloor\frac{N}{2}\right\rfloor \le k \le \left\lfloor\frac{N}{2}\right\rfloor, \quad (2)$$

onde T é período de amostragem (s) e N representa o número total de coeficientes do filtro. Devido aos efeitos de memória introduzidos pela CD, o número mínimo de coeficientes necessários para a convergência do filtro FIR tende a aumentar quadraticamente com a dispersão acumulada, contribuindo desta forma para um rápido aumento do esforço computacional. Por esse motivo, a equalização digital de grandes quantidades de dispersão acumulada tende a ser mais eficiente quando implementada no domínio da frequência [3]. Na Figura 2 é apresentado um diagrama de blocos que ilustra a implementação numérica do filtro FIR.

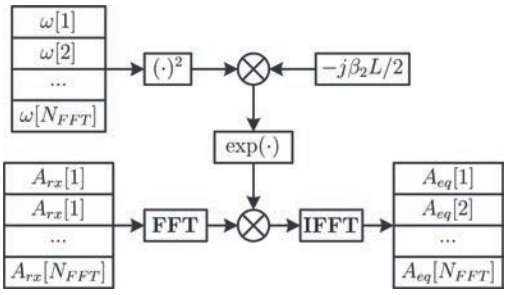


Figura 1 - Filtro *zero-forcing* para equalização digital da CD no domínio da frequência

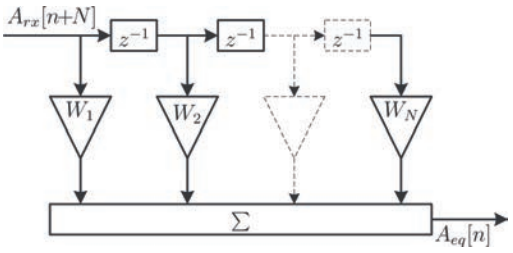


Figura 2 - Filtro FIR para equalização digital da CD no domínio do tempo

As soluções de equalização digital da CD acima apresentadas são apenas válidas para ligações óticas estáticas, cujos parâmetros de dispersão são conhecidos à priori. Apesar de ser possível a aplicação de técnicas totalmente adaptativas para a equalização da CD em redes óticas dinâmicas, o esforço computacional exigido torna essa solução pouco atraente. Atualmente, a solução mais eficiente para contornar este problema baseia-se na separação do sistema de equalização linear em dois subsistemas:

i) equalização estática, em que são compensadas as distorções com longos efeitos de memória;
ii) equalização dinâmica, em que flutuações transitórias do sinal podem ser equalizadas de forma adaptativa, com baixo esforço computacional.

Sendo um efeito de longa memória, a compensação da CD é realizada de forma mais eficiente dentro de um subsistema de equalização estática. Na secção seguinte, abordaremos os algoritmos mais relevantes para implementação do subsistema de equalização dinâmica.

2.2. EQUALIZAÇÃO DIGITAL DE EFEITOS DEPENDENTES DA POLARIZAÇÃO

EQUALIZAÇÃO DIGITAL DE EFEITOS DEPENDENTES DA POLARIZAÇÃO

Ao contrário da CD, os efeitos dependentes da polarização têm natureza puramente aleatória, obrigando à adoção de equalização adaptativa. A PMD tem a sua origem na birrefringência ótica associada a fibras onde a propagação da potência ótica se faz através de dois modos polarizados ortogonalmente, que apresentam velocidades de propagação ligeiramente diferentes [4]. A PMD representa um sério constrangimento para sistemas a operarem a elevados débitos, induzindo um alargamento e distorção dos impulsos e, consequentemente, uma degradação da *performance* dos sistemas. A PMD varia estocasticamente no tempo, no espaço e na frequência, dificultando a sua equalização. Adicionalmente, os dois modos de polarização tendem a sofrer uma rotação aleatória durante a propagação na fibra, o que em conjunto com a PMD gera um efeito de acoplamento entre as duas componentes [5]. Este fenómeno é particularmente relevante em formatos de modulação com multiplexagem na polarização, tais como o formato PM-QPSK (*Polarization-Multiplexed QPSK*), causando forte diafonia entre os dois sinais tributários associados a cada modo de polarização.

A compensação da PMD e desmultiplexagem da polarização podem ser implementadas no domínio digital, recorrendo a filtros MIMO (*Multiple-Input Multiple-Output*) ajustados através de algoritmos adaptativos. Na Figura 3 é apresentado um diagrama de blocos que ilustra o funcionamento do sistema de equalização linear, composto por um bloco de equalização estática da CD e um bloco de equalização dinâmica, onde são compensados os efeitos dependentes da polarização, bem como quantidades residuais de CD que possam resultar de uma sub/sobre compensação no bloco estático. Dada a estrutura do equalizador dinâmico apresentado na Figura 3, o desafio de conferir adaptabilidade centra-se na determinação e atualização dos coeficientes dos quatro filtros FIR, w_{xx} ,w_{xy} , w_{yx} e w_{yy}, de modo a otimizar o desempenho do sistema. Para esse efeito, diferentes soluções podem ser adotadas, das quais se destacam:

a) utilização de sequências de *bits* de treino em conjunto com algoritmos de estimação (*e.g.* LMS);
b) adaptação cega, definindo funções de custo a partir de características do sinal.

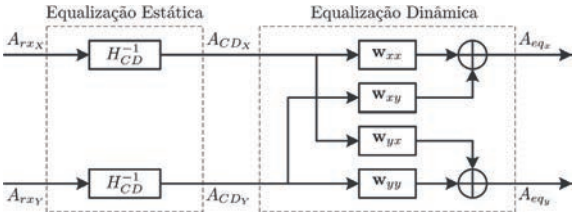


Figura 3 -
Sistema de equalização linear composto pelos blocos de equalização estática da CD e equalização dinâmica dos efeitos dependentes da polarização e CD residual

Por não necessitar de qualquer *overhead* para transmissão de *bits* de treino, a segunda opção apresenta proeminentes vantagens computacionais. Para sistemas PM-QPSK, a característica de módulo constante, que idealmente apresenta o sinal ótico, pode ser utilizada de forma a definir uma função de otimização de desempenho. Deste modo, funções de erro definidas pela diferença entre a unidade e o módulo do sinal podem ser utilizadas como sinais de *feedback* para

→→

adaptação dos coeficientes do filtro MIMO. Este critério de otimização, baseado no algoritmo CMA, é atualmente considerado como a solução mais eficiente e robusta para permitir a equalização linear adaptativa em sistemas PM-QPSK.

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

3. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

3.1. IMPLEMENTAÇÃO EM *HARDWARE*

IMPLEMENTAÇÃO EM HARDWARE

De modo a tornar possível a operação em tempo real, os algoritmos de DSP (*Digital Signal Processing*) respeitantes ao recetor coerente devem ser implementados em dispositivos de *hardware* com elevada capacidade de processamento. Por serem dispositivos facilmente reconfiguráveis e bem suportados por ferramentas de desenvolvimento, as FPGA (*Field Programmable Gate Array*) são a opção mais atrativa para a fase inicial de desenvolvimento em *hardware*. No âmbito deste projeto, foi já iniciada a fase de migração do sistema DSP, inicialmente desenvolvido em MATLAB, para a plataforma Virtex-6 FPGA ML605, da Xilinx. Utilizando a ferramenta *Xilinx System Generator*, que estabelece a interface entre o ambiente de desenvolvimento Simulink e a placa ML605, foram já testados e implementados alguns algoritmos fundamentais para o funcionamento do recetor coerente em tempo real. Dada a sua preponderância para garantir a qualidade do sinal em sistemas óticos de média/longa distância, e no seguimento da descrição técnica anteriormente exposta, nesta secção são apresentados detalhes de implementação e resultados preliminares da equalização digital da CD implementada em FPGA.

Na Figura 4 é apresentado o diagrama de blocos respeitante à implementação do algoritmo de equalização da CD no domínio da frequência (equalizador *zero-forcing*), desenvolvido em *System Generator*. O vetor de amostras de entrada é inicialmente convertido para o domínio da frequência no bloco *Inverse Fast Fourier Transform*. Por seu turno, a inversa da função de transferência linear da fibra é sintetizada no bloco *Exponential*. O sinal equalizado no domínio da frequência é então obtido através da multiplicação entre estes dois sinais, através do bloco *Complex Multiplier*. Por fim, a conversão para o domínio do tempo é efetuado no bloco *Fast Fourier Transform*.

Tal como anteriormente exposto na secção de descrição técnica, é necessário aplicar um algoritmo de quebra da convolução cíclica de modo a permitir a operação em tempo-real. Neste âmbito, optou-se pelo algoritmo *overlap-save*, agrupando as amostras em pequenos blocos a que é aplicado o processamento descrito pela Figura 4. Selecionando blocos com sobreposição parcial, é possível corrigir os erros numéricos gerados nos extremos das FFT/IFFT.

3.2. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Recorrendo a dados experimentais obtidos em parceria com o grupo de comunicações

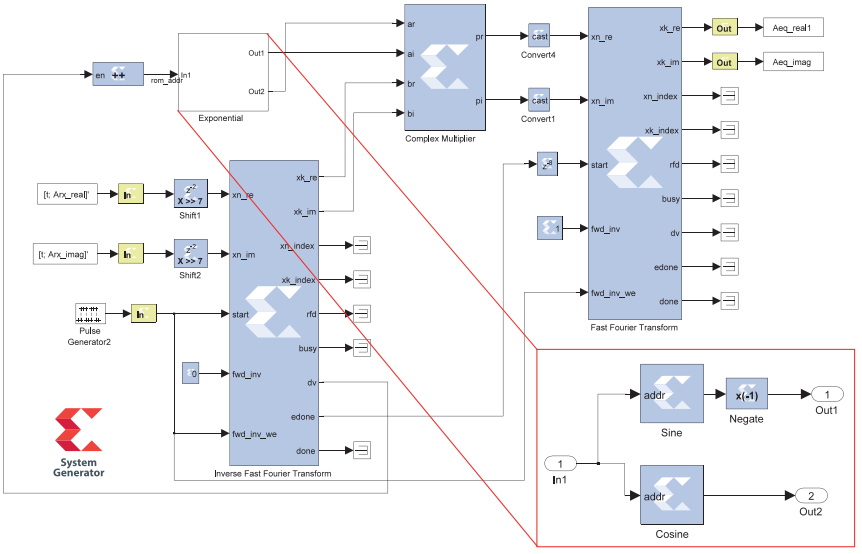


Figura 4 - Implementação de um bloco de equalização digital da CD no domínio da frequência para uma polarização

RESULTADOS EXPERIMENTAIS

óticas do *Politecnico di Torino*, Itália [6], foi testado o desempenho do equalizador CD implementado em FPGA, validando os resultados obtidos por comparação com a versão desenvolvida em MATLAB. Neste âmbito, será considerado um canal PM-QPSK a 120 Gb/s, propagado ao longo de 1600 km de fibra NZDSF (*Non-Zero Dispersion-Shifted Fiber*). Para teste da equalização linear foi considerada a potência ótima de -1.31 dBm. Na Figura 5 é apresentada uma comparação direta entre os sinais obtidos à saída do equalizador CD (Aeq_real, Aeq_imag, na Figura 4), após processamento em FPGA e em MATLAB. Dada a elevada precisão adotada para o sinal de entrada (14 bits, vírgula fixa), regista-se um elevado acordo entre ambas as implementações. O impacto da precisão do sinal de entrada no desempenho global do sistema de equalização é apresentado na Figura 6. Observa-se que a BER (*Bit Error Rate*) do sistema tende a estabilizar quando número mínimo de bits utilizados para codificação do sinal de entrada é superior a 9. Contudo, precisões inferiores causam uma rápida divergência dos algoritmos, inviabilizando a operação de todo o sistema. Por fim, ainda na Figura 6, são representadas as constelações do sinal PM-QPSK recebido e processado, em ambas as componentes de polarização (x e y). Após concluído todo o processamento digital, registou-se uma BER de aproximadamente $1{,}5\times10^{-3}$, que, após correção de erros através de FEC (*Forward Error Correction*), pode facilmente ser reduzida para $<10^{-9}$, viabilizando o funcionamento do sistema.

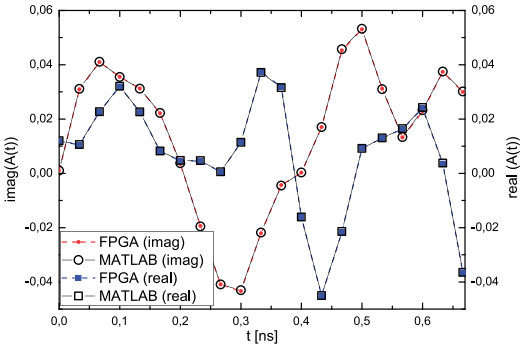


Figura 5 - Comparação entre os sinais de saída do equalizador CD após processamento em FPGA e em MATLAB

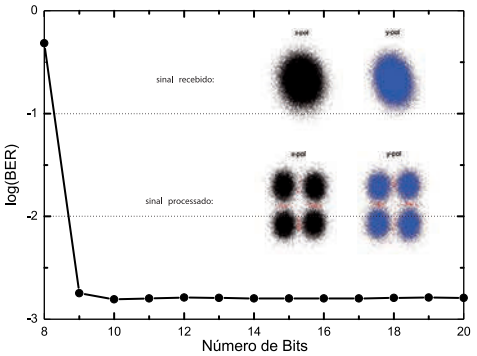


Figura 6 - Evolução do desempenho do sistema em função do número de bits utilizados para codificação do sinal de entrada. A constelação de saída, obtida com 14 bits (vírgula fixa) é apresentada no canto superior esquerdo

CONCLUSÕES

A implementação de equalização digital permite aumentar a robustez do sinal a distorções decorrentes da propagação na fibra, proporcionando simultaneamente um grau de reconfigurabilidade sem paralelo nas tradicionais ligações baseadas em deteção direta. A dispersão cromática pode ser compensada com recurso a filtros digitais estáticos. Os efeitos dependentes da polarização são removidos através de filtragem adaptativa. Imperfeições do *laser* transmissor e oscilador local são também compensadas digitalmente. Após a fase de desenvolvimento e otimização em ambiente de simulação, da qual resultaram propostas de algoritmos inovadores [7-9], foi já iniciada a fase de implementação em *hardware*, atualmente suportada pela plataforma Xilinx Virtex-6 FPGA. Neste sentido, são apresentados alguns detalhes da implementação em FPGA do algoritmo de equalização digital da dispersão cromática no domínio da frequência, devidamente suportada por teste e validação experimental.

No âmbito do projeto *AdaptDig*, fruto da cooperação entre a PT Inovação e o Instituto de Telecomunicações, Pólo de Aveiro, a futura linha de desenvolvimento centra-se na implementação dos restantes algoritmos que integram o sistema DSP, com vista ao desenvolvimento proprietário de um recetor digital integrado com suporte a débitos superiores a 40/100 Gb/s por canal.

AGRADECIMENTOS:

Este trabalho foi suportado em parte pela PT Inovação SA, através do projeto AdaptDig e pela FCT e Instituto de Telecomunicações, através do projecto NG-COS, ao abrigo do programa PEst-OE/EEI/LA0008/2011. Fernando P. Guiomar agradece ainda a bolsa de doutoramento FCT SFRH/BD/74049/2010.

CONCLUSÕES
AGRADECIMENTOS

REFERÊNCIAS

[1] - S. J. Savory, "Digital coherent optical receivers: Algorithms and subsystems," IEEE J. Sel. Topics Quantum Electron., vol. 16, no. 5, pp. 1164-1179, 2010.
[2] - S. J. Savory, "Digital filters for coherent optical receivers," Opt. Express, vol. 16, no. 2, pp. 804-817, Jan 2008.
[3] - B. Spinnler, "Equalizer design and complexity for digital coherent receivers," IEEE J. Sel. Topics Quantum Electron., vol. 16, no. 5, pp. 1180-1192, 2010.
[4] - N. J. Muga, N. A. Silva, M. Ferreira, A. N. Pinto, "Evolution of the Degree of Co-Polarization in High-Birefringence Fibers," Optics Communications, Vol. 283, No. 10, pp. 2125 - 2132, May, 2010.
[5] - N. J. Muga, M. Ferreira, A. N. Pinto, "Broadband analysis of Raman polarization pulling process in a copropagating scheme," OSA, Optics Express, Vol. 19, No. 19, pp. 18707-18712, 2011.
[6] - F. P. Guiomar, J. D. Reis, A. Carena, G. Bosco, A. L. Teixeira, and A. N. Pinto, "Experimental demonstration of a frequency-domain Volterra series nonlinear equalizer in polarization-multiplexed transmission," in Proc. 38th European Conf. Optical Communication (ECOC), paper Th.1.D.1, 2012.
[7] - F. P. Guiomar, J. D. Reis, A. L. Teixeira, and A. N. Pinto, "Digital postcompensation using Volterra series transfer function," IEEE Photon. Technol. Lett., vol. 23, no. 19, pp. 1412-1414, 2011.
[8] - F. P. Guiomar, J. D. Reis, A. L. Teixeira, and A. N. Pinto, "Mitigation of intra-channel nonlinearities using a frequency-domain Volterra series equalizer," Opt. Express, vol. 20, no. 2, pp. 1360-1369, Jan 2012.
[9] - F. P. Guiomar, J. D. Reis, A. T. Teixeira, A. N. Pinto, C. Rodrigues and P. Mão-Cheia, "Método de Equalização Não-Linear do Canal Óptico no Domínio da Frequência", PPP nº 20111000047717, 17-06-2011.

CV dos autores

CV DOS AUTORES

Fernando P. Guiomar obteve o grau de Mestre em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em Dezembro 2009, com média final de 15 valores. Em Janeiro de 2011 iniciou a tese de doutoramento em Engenharia Eletrotécnica pela Universidade de Aveiro. As suas atuais áreas de interesse incluem o estudo de não-linearidades em sistemas de transmissão ótica coerente e o desenvolvimento de técnicas de equalização digital de sinal. Neste âmbito, tem vindo a colaborar com a PT Inovação através dos projetos PosDig e AdaptDig, desenvolvendo soluções tecnológicas para redes óticas de transporte multi-Terabit.

Sofia Amado nascida a 24 de Julho de 1989 em Portugal. Encontra-se atualmente a terminar o Mestrado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações, na Universidade de Aveiro, e a concluir em Dezembro de 2012. As suas áreas de interesse em investigação incluem os sistemas de transmissão óticos coerentes associados a processamento digital de sinal.

Nelson J. Muga, licenciado em Física pela Universidade do Porto em 2002, obteve o Mestrado em Física Aplicada em 2007 e o Doutoramento em Engenharia Física em 2011, ambos pela Universidade de Aveiro. É colaborador do Instituto de Telecomunicações -Aveiro desde 2004, onde atualmente é Investigador de Pós-Doutoramento. Os seus interesses de investigação incluem os efeitos não lineares e da polarização em fibras óticas, regeneração totalmente ótica de sinal, formatos de modelação avançada e deteção ótica coerente.

Armando Nolasco Pinto é doutorado em Engenharia Eletrotécnica pela Universidade de Aveiro, tendo-se especializado em sistemas e redes óticas. Desde 1997, é docente do Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro onde tem lecionados disciplinas sobre redes de telecomunicações. É ainda investigador do Instituto de Telecomunicações onde tem vindo a centrar o seu trabalho em sistemas e redes óticas a operarem a elevados débitos. No ano académico de 2006-2007 foi Professor Visitante na Universidade de Rochester (EUA). Tem mais de 100 artigos publicados em revistas e conferências científicas. É autor de duas patentes na área das telecomunicações e faz parte do corpo editorial do "The International Journal of Optics" e do "Journal of Selected Areas in Telecommunications (JSAT)". É membro da Optical Society of America (OSA) e Membro Sénior do Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

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 óticas 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 ótica 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 projetos na área da fibra ótica e projetos nacionais e europeus de investigação.

Bruno Marques obteve a Licenciatura em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações em 2001e o Mestrado em 2006, ambos pela Universidade de Aveiro. Durante este período obteve também o CFE em comunicações Óticas pela U.A. Foi investigador na RTP na área de processamento de sinal para o restauro do audiovisual no âmbito do consórcio europeu Brava. Trabalhou no Instituto de Telecomunicações no grupo de radio frequência no projeto de um amplificador de potência para uma base station e mais tarde, no grupo de sistemas integrados, para o desenvolvimento de interfaces Ethernet para a tecnologia Resilient Packet Ring com recurso a FPGA. No seguimento deste projeto foi contratado pela Withus e mais tarde pela PTInovação onde trabalha atualmente no DSR5 no grupo de micro-electrónica.

Pedro Filipe Seabra da Costa Terminou em 2012 o Mestrado Integrado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações na Universidade de Aveiro, com especialização nas áreas dos circuitos digitais reconfiguráveis e sistemas de comunicação ótica. Integra atualmente uma bolsa de investigação na PTInovação, onde trabalha no DSR5, no grupo de microeletrónica.

Paulo Mão-Cheia. Licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Ingressou no Centro de Estudo de Telecomunicações em 1991 no grupo de comunicações óticas. Tem trabalhado desde então no desenvolvimento de sistemas e é atualmente responsável pela unidade Redes de Transporte. Participa em vários organismos de normalização nomeadamente no *Full Services Access Network*.

Carla Filipa Martins de Macedo obteve o Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, no ramo de Telecomunicações, Electrónica e Computadores no ano de 2012, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Realizou estágio curricular na PT Inovação, em Aveiro, no ano de 2012 na área de simulações de redes óticas a 40 Gb/s e 100 Gb/s. Atualmente realiza estágio profissional na PT Inovação, em Aveiro, no departamento de Desenvolvimento de Sistemas de Rede na área de redes de transporte.

16 Evolução de redes FTTH para NG-PON2

palavras chave

Fibra ótica; Redes Óticas Passivas; GPON; XGPON; NG-PON2


RUI SILVA


CLÁUDIO RODRIGUES


PAULO MÃO-CHEIA

Nos últimos anos tem havido uma clara evolução na implantação e desenvolvimento de fibra ótica até casa (FTTH). Esta tecnologia permite a oferta de aplicações a uma elevada taxa de débito por cliente e, como tal, é a tecnologia com maior capacidade de criação de receita.

Atualmente as redes FTTH são o principal diferenciador entre operadores. Outra vantagem do FTTH é o facto de esta tecnologia permitir maior eficiência operacional, quando comparada com outras tecnologias de acesso, principalmente por redução de manutenção e custos operacionais. Além disso, requer menor espaço nas centrais e apresenta menor consumo de energia.

Como consequência, as redes FTTH foram normalizadas e desenvolvidas em todo o mundo, mas a necessidade de largura de banda pelos utilizadores e novos serviços faz com que este tipo de redes necessite de evoluir, das atuais tecnologias normalizadas GPON e XGPON para NG-PON2. Desta forma e para redução de custos operacionais e proteção do investimento inicial, os operadores devem manter o atual planeamento de comprimentos de onda para que possa ocorrer uma coexistência na mesma fibra da atual GPON e das futuras redes de acesso, tendo em conta a divisão de potência, distância e perdas.

Neste artigo pretende-se rever os requisitos do sistema e estudar a sua necessária adaptação para o acesso em fibra ótica além das atuais rede GPON e XGPON. Discutir-se-á também um possível cenário de evolução para NG-PON2 tendo em conta o planeamento das bandas óticas e novas arquiteturas que beneficiam da maturidade da tecnologia WDM.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Ultra banda larga e coexistência com as tecnologias existentes são os requisitos gerais de operações de rede para a evolução direta das redes PON. Operadores em todo o mundo procuram aumentar a receita através do desenvolvimento de serviços baseados no aumento da largura de banda. Um serviço exemplificativo é o HDTV, que requer cerca de 20 Mbit/s por canal. Num futuro próximo, novos modelos de negócios, como edição de vídeo doméstico, jogos *online*, *e-learning* interativo, serviços de telemedicina e a próxima geração de TV 3D irão aumentar dramaticamente a necessidade de largura de banda.

A implantação de redes PON implica investimentos iniciais consideráveis e de retorno lento do investimento. Proteger os investimentos, aproveitando as redes de distribuição ótica (ODN) existentes é essencial para os operadores.

As redes FTTH baseadas em redes óticas passivas, PON têm sido largamente desenvolvidas desde 2004, quando o ITU-T Study Group 15 Q2 finalizou as recomendações que definem um sistema GPON [ITU-T series G.984].

Como os serviços de elevada largura de banda são aprovisionados pelo desenvolvimento massivo de redes PON em todo mundo, os operadores esperam cada vez mais deste tipo de redes óticas passivas. Isto inclui aumento da largura de banda e capacidade de suporte de serviços, bem como um melhor desempenho dos nós de acesso e do equipamento de apoio das suas redes PON existentes, tornando assim a evolução PON como um elemento chave para a indústria de telecomunicações.

O *Full Service Access Network* (FSAN), a par do ITU-T, são nomeadamente o fórum e organismo de normalização com maior atividade no estudo deste tipo de redes. Na sua visão, as redes de próxima geração encontram-se neste momento divididas em duas fases, NG-PON1, mais conhecida como XGPON e NG-PON2. XGPON é considerada a evolução a curto prazo, normalizada desde 2010, enquanto a tecnologia NG-PON2 é considerada uma tecnologia a médio-prazo (2015), tendo iniciado em meados deste ano a sua normalização no ITU-T, Figura 1.

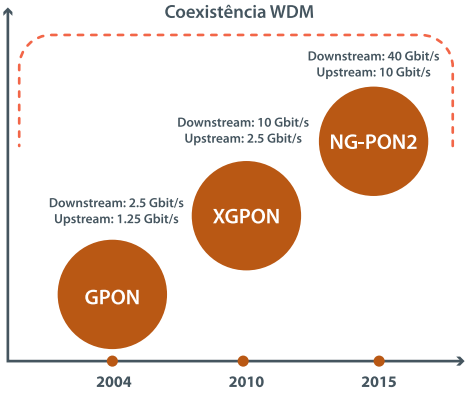


Figura 1 - Evolução PON

Os principais requisitos destas duas evoluções tecnológicas, XGPON e NG-PON2, são, nomeadamente, a coexistência com os já desenvolvidos sistemas GPON e a reutilização do *outside plant*, tendo em conta que a ODN representa 70% do total dos investimentos na implantação de PON. Portanto, é essencial para a evolução NGPON que sejam compatíveis com as redes implantadas.

Com a especificação de coexistências dos sistemas e reutilização da ODN, o único

→→

hold-up da migração de GPON para NG-PON1 e NG-PON2 é a maturidade da tecnologia e a necessidade de maior largura de banda.

2. XGPON

XGPON

A tecnologia XGPON encontra-se já normalizada na ITU-T Rec. G987.x e define um mecanismo de migração para aquisição de um sinal para o utilizador de 10 Gbit/s e 2.5 Gbits do utilizador.

Este tipo de tecnologia encontra-se ainda numa fase evolutiva, apresentando poucos fornecedores tecnológicos, poucos equipamentos interoperáveis entre fabricantes e poucos operadores interessados, visto a tecnologia NG-PON2 estar prevista dentro de 3 anos.
A Figura 2 apresenta o planeamento de comprimentos de onda definido na norma ITU-T Rec. G987.

O sinal para o utilizador XGPON está definido na gama dos 1575 nm aos 1580 nm e o sinal do utilizador dos 1260 nm aos1280 nm. Para a coexistência da tecnologia XGPON e GPON sobre a mesma fibra a central necessita de um filtro WDM que combine o sinal para o utilizador com o sinal de vídeo, Figura 3.

3. NG-PON2

NG-PON2

Os requisitos gerais para NG-PON2 apontam para suportar pelo menos 40Gbit/s de capacidade agregada em *downstream* para aplicações residenciais, comerciais, *backhaul* móvel e outras aplicações.

O FSAN considerou diversos tipos de opções para NG-PON2. Das tecnologias em estudo propostas para suportar o requisito de largura de banda de 40 Gbit/s encontravam-se as seguintes opções: WDM-PON; *coherent ultra-dense* WDM-PON (UDWDM PON); *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) PON; 40Gbit/s TDM PON; e TWDM-PON (TDM/WDM-PON), um sistema híbrido que empilha quatro 10GPON numa única fibra para ter uma capacidade agregada de 40 Gbit/s. De entre estas, a tecnologia TWDM-PON foi considerada pelo FSAN como a solução para NG-PON2, pois do ponto de vista dos operadores é considerada a menos arriscada, menos disruptiva e menos dispendiosa que as restantes soluções, o que contribui significativamente para um grande avanço na normalização do NG-PON2.

Este novo sistema vai aumentar a capacidade da PON em pelo menos 40Gbit/s e prestar serviços de 1Gbit/s ou mais com plataformas que podem ser implantadas em 2015. Quando a coexistência entre diversas gerações de PON é considerada, torna-se necessário ter em conta o planeamento de comprimento de onda com que a tecnologia NG-PON2 tem de coexistir. A Figura 4 apresenta o espetro disponível para NG-PON2.

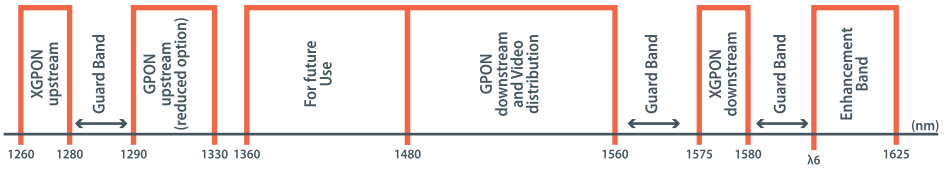


Figura 2 - Alocação de comprimentos de onda GPON e XGPON [2-5]

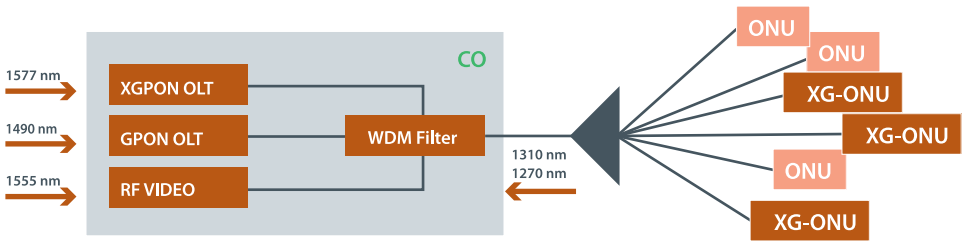


Figura 3 - Coexistência GPON e XGPON

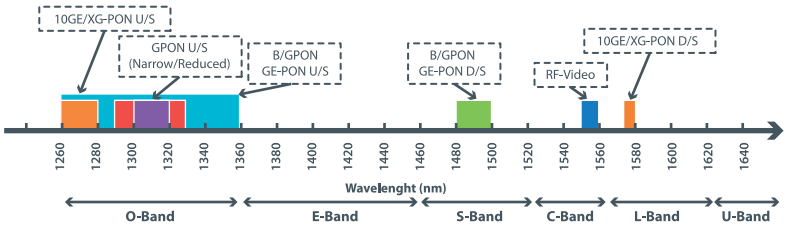


Figura 4 - Plano de comprimento de onda das atuais PON

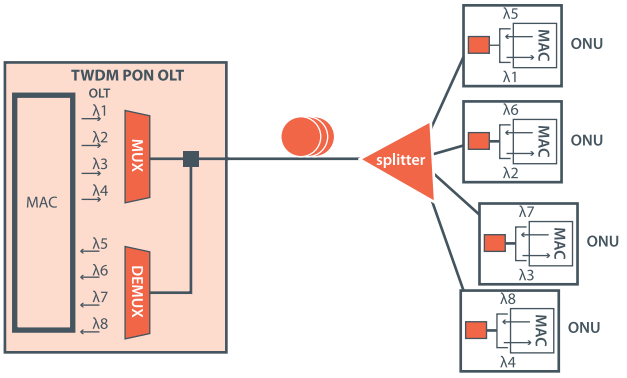


Figura 5 - TWDM-PON

Um outro fator que limita o espetro disponível são as caraterísticas dos filtros óticos existentes nos sistemas já desenvolvidos e implantados. O mais considerável é o filtro do sinal de *video-overlay* que requer bandas de guarda que ocupam a maioria da banda-C, onde as perdas de inserção das fibras são menores e se podem colocar amplificadores de fibra dopada com érbio (EDFA). Ou seja, existe uma grande limitação espetral, visto a tecnologia NG-PON2 necessitar de coexistir com todas as PON. Apenas uma tecnologia que ocupe pouco espetro por comprimento de onda e que seja capaz de ser restritamente controlada, é capaz de coexistir. Caso contrário vão ser necessários compromissos como restrição dos cenários de coexistência.

Idealmente a tecnologia NG-PON2 vai ser capaz de coexistir com as atuais PON. No entanto, tecnologia e custo podem restringir este requisito.

A figura 5 apresenta um exemplo de uma arquitetura TWDM-PON.
Quatro comprimentos de onda a 10 Gbit/s são multiplexados no CO (*Central Office*) e encaminhados no sentido *downstream*. As ONU irão selecionar o respetivo comprimento de onda de operação, filtrando um dos 4 comprimentos de onda *downstream*.

No sentido ascendente, *upstream*, as ONU/ONT irão funcionar num dos 4 comprimentos de onda de *upstream*, previamente selecionado para operação dessa mesma ONU pelo OLT.

A coexistência com as atuais PON, com este tipo de tecnologia implicará a colocação de um novo filtro WDM na central.

CONCLUSÕES

Em termos de *bit rate*, a tecnologia XGPON é a evolução natural para as redes GPON, mas a necessidade de maior largura de banda vai levar os operadores a evoluírem diretamente para NG-PON2. No entanto, a coexistência com as redes GPON atuais, a tecnologia e custos dos componentes óticos vão ser fatores determinantes.

REFERÊNCIAS

[1] - ITU-T Recommendation G.984.5, Series G: Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): Enhancement band, September 2007.
[2] - ITU-T Recommendation G.984.2, Series G: Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification, March 2003.
[3] - ITU-T Recommendation G.984.2 Am1, Series G: Physical Media Dependent (PMD) layer specification, Amendment 1: New Appendix III – Industry best practice for 2.488 Gbit/s downstream, 1.244 Gbit/s upstream G-PON, February 2006.
[4] - ITU-T Recommendation G.987.1, SERIES G: 10 Gigabit-capable Passive Optical Network (XG-PON): General Requirements, January 2010.
[5] - ITU-T Recommendation G.984.1, Series G: Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General characteristics, 2008
[6] - ITU-T Recommendation G.694.1. Series G: Spectral grids for WDM applications: DWDM frequency grid, June 2006.
[7] - http://www.lightreading.com/document.asp?doc_id=222285
[8] - http://www.fsan.org/news/
[9] - http://www.lightreading.com/document.asp?doc_id=222232
[10] - http://newswire.telecomramblings.com/2012/06/huawei-contributes-breakthroughs-ng-pon2-standardization/
[11] -Yuanqiu Luo, Time and Wavelength Division Multiplexed Passive Optical Network (TWDM-PON), Technologies for NG-PON2: Why I Think This Technology Is the Clear Winner, NFOEC workshop, March 2012.
[12] - http://www.fsan.org/news/

CV dos autores

CV DOS AUTORES

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 óticas do Instituto de Telecomunicações, Pólo de Aveiro durante dois anos, 2006 até 2008, na área das redes óticas passivas por multiplexagem densa no comprimento de onda e redes de fibra ótica 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 projetos na área da fibra ótica e projetos nacionais e europeus de investigação.

Paulo Mão-Cheia. Licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Ingressou no Centro de Estudo de Telecomunicações em 1991 no grupo de comunicações óticas. Tem trabalhado desde então no desenvolvimento de sistemas e é atualmente responsável pela unidade Redes de Transporte. Participa em vários organismos de normalização nomeadamente no *Full Services Access Network*.

Rui Manuel Silva obteve a Licenciatura em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2005. Foi investigador do Instituto de Telecomunicações, Pólo de Aveiro durante dois anos, 2005 até 2007 na área de redes IP e codificação de Vídeo. Desde 2007 faz parte da PT Inovação, S.A, no departamento de Desenvolvimento de Sistemas de Rede na área de redes de transporte, onde participa em projetos de desenvolvimento da rede GPON, nomeadamente nas ONTs.

17 Geração de valor com *Big Data* e *Real Time Marketing*

palavras chave

Big Data; Business Intelligence; Petabytes; Real-time


MÁRCIA BIADOLA


JOÃO PIAS


FLÁVIO MATIELLO

Big Data é um tema que a cada dia gera mais interesse dado o seu potencial de criação de valor e capacidade de ser a nova base de competividade e crescimento das empresas. A capacidade de armazenar, processar e utilizar estas informações em tempo real fornece uma forma de geração de diferencial competitivo significativa, a qual será demonstrada através de um exemplo de *real-time marketing* no segmento de telecomunicações. O conhecimento de negócio e o processamento em tempo real apresentam-se como características tão importantes quanto o volume de informação e a tecnologia empregada em *Big Data*.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

O termo *Big Data* está a tornar-se cada vez mais popular para aqueles que trabalham na área de Tecnologias da Informação e principalmente para os profissionais que lidam com Inteligência de Negócio (*Business Intelligence*). *Big Data* é considerado um tema com grande crescimento e potencial na área de Tecnologia da Informação. De acordo com a Forbes, estima-se que o mercado associado valerá 50 bilhões de dólares em 2017. Pelo que a aposta nesta área tem-se traduzido num aumento do investimento tanto no estudo do conceito como das tecnologias em que está suportado.

Segundo estudo da McKinsey [1], o uso de *Big Data* será a base da competitividade e do crescimento das empresas, servindo como ferramenta de inovação e captura de valor através de estratégias baseadas em informação detalhada e em tempo real.

A maioria das Operadoras de Telecomunicações está inundada por uma explosão de dados sobre o tráfego na sua rede e sobre o comportamento dos seus clientes. No entanto, na maioria dos casos estes dados não são ainda usados para oferecer em tempo útil produtos e serviços personalizados. As tecnologias tradicionais de processamento e análise *offline* falham quando cada vez mais a capacidade de reagir em tempo real é fundamental.

Ao longo deste artigo introduzimos o tema *Big Data* e apresentamos como é possível usar a enorme quantidade de dados disponível para aumentar a receita e fidelizar o cliente.

1.1. O QUE É *BIG DATA*?

O QUE É BIG DATA

O crescimento das redes sociais, o aparecimento de dados de sensores de muitos tipos (*the Internet of things*), a massificação do acesso à Internet, entre outros fatores, originaram o surgimento de quantidades massivas de dados, fortemente indexadas semanticamente. Ou seja, dados classificados e relacionados por via de referências a pessoas, lugares e "coisas" do dia a dia. Estes dados escondem correlações poderosas, no sentido em que o seu conhecimento pode ser utilizado para influenciar o comportamento dos clientes, por via de os satisfazer de formas inovadoras e mais alargadas e com mais eficiência, conseguindo uma diferenciação positiva do negócio.

Big Data é uma expressão utilizada para caracterizar um enorme conjunto de dados cujo tamanho está além das capacidades do *software* e *hardware* que uma determinada empresa está acostumada a trabalhar. Este trabalho inclui a capacidade de coletar, tratar, processar e analisar esse grande volume de informação em tempo considerado ideal para os analistas das informações. Em função desta definição, não é possível estabelecer um valor exato para o que é considerado *Big Data*, podendo variar entre algumas poucas dezenas de terabytes até alguns petabytes.

O conceito *Big Data* é mais do que apenas grande volume de dados. O conceito nasceu com três características dos dados:

- Velocidade
- Volume
- Variedade

Cada um dos Vs está representado na Figura 1. O "V" que se pretende adicionar é **V**alor:

"Como integrar e usar a informação que pode ser extraída destes dados em aplicações e produtos que produzam Valor para a organização?"

→→

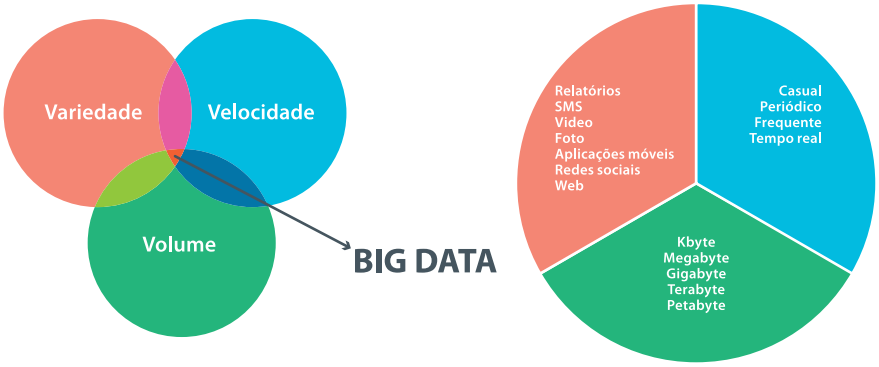


Figura 1 - Os 3 Vs do Big Data

No capítulo "Um Caso de Uso de *Big Data* na Indústria de Telecomunicações" apresentamos um caso de sucesso.

MITOS E FACTOS

2. MITOS E FACTOS

2.1. MITOS

MITOS

***Big Data* é utilizado apenas para dados não-estruturados**

Dados não-estruturados como vídeos, fotos, "*feeds*" de redes sociais, etc., não representa a grandeza do *Big Data*. O correto é dizer que *Big Data* é utilizado para dados multi-estruturados. Isto abrange fotos, vídeos, textos, *e-mails*, páginas *web* e todos os outros tipos de dados existentes que possam ser armazenados em formato digital.

***Big Data* trata-se apenas de um grande volume de dados**

Conforme descrito anteriormente, o volume de dados representa apenas uma parte do *Big Data*. O *Big Data* nasceu da intersecção dos 3 Vs: Volume, Variedade e Velocidade.

Big Data* é similar a *Hadoop

Hadoop é um *open-source software framework* da Apache, e é a tecnologia mais conhecida para ser utilizada com *Big Data*. Outras tecnologias largamente utilizadas para trabalhar com *Big Data* são "NoSQL" e bancos de dados de Processamento Paralelo Massivo (MPP -*Massive Parallel Processing*).

NoSQL significa *Not Only SQL*. Esta é uma tecnologia de armazenamento de dados que oferece outras formas de acesso às informações além do tradicional SQL ou interfaces SQL-like. Um exemplo desta tecnologia é o banco de dados Cassandra.

2.2. FACTOS

Não se resolve o problema do *Big Data* apenas gerenciando um grande volume de dados através da utilização de *hardware* e *software*

Para se tirar proveito do *Big Data*, não basta apenas comprarmos *software* e *hardware* que trabalham com grandes volumes de dados. Muito além disso está o conhecimento do negócio e a forma como os dados são tratados e analisados. O *hardware* e o *software* são peças fundamentais na manipulação do *Big Data* mas o conhecimento do negócio e da inteligência aplicada na identificação de padrões de uso da informação é que realmente faz a diferença, transformando-o num ativo para inteligência competitiva.

Crescimento do volume de informações no mundo cresce anualmente 59%

Pesquisas do Gartner e outras grandes empresas apontam que cerca de 15 petabytes de informação é gerada diariamente pela sociedade e que a cada ano temos um crescimento mínimo de 59% de informação armazenada.

3. UM CASO DE USO DE *BIG DATA* NA INDÚSTRIA DE TELECOMUNICAÇÕES

De modo geral as operadoras de telecomunicações buscam oferecer uma experiência única aos seus clientes através de produtos, serviços, promoções ou mesmo parcerias com outras empresas. Isto é o que diferencia cada operadora, pois a simples oferta de um serviço para realização de chamadas ou envio de mensagens já se tornou uma *commodity*.

Uma operadora de telecomunicações possui

uma imensa quantidade e variedade de informação oriunda das diversas interações que os seus clientes realizam todos os dias nos seus dispositivos como chamadas de voz, acesso à Internet, recargas, compras de produtos e serviços, envio de mensagens, entre outros.

Para entendermos melhor a importância do *Big Data*, apresentaremos um caso de uso através de uma solução, com a visão da PT Inovação, para a execução de campanhas na indústria de telecomunicações.

3.1. ABORDAGEM TRADICIONAL

ABORDAGEM TRADICIONAL

Numa arquitetura tradicional de uma operadora de telecom, para a execução de uma determinada campanha (ação de *marketing*) que visa identificar clientes potenciais para envio de ofertas, os sistemas de BI recolhem e processam as informações dos clientes levando em média um ou mais dias (devido ao grande volume de dados) para disponibilizar essas informações para a área de *marketing*. Através de ferramentas de segmentação, é possível então a um analista de *marketing* segmentar os clientes selecionando assim o público alvo para a campanha (Figura 2).

Com essas informações executa-se a campanha pretendida e após alguns dias é possível comprovar ou não a eficácia da campanha através do acompanhamento de alguns indicadores recolhidos e processados pelo próprio sistema de BI, novamente um ou dois dias depois da realização da ação dos seus clientes.

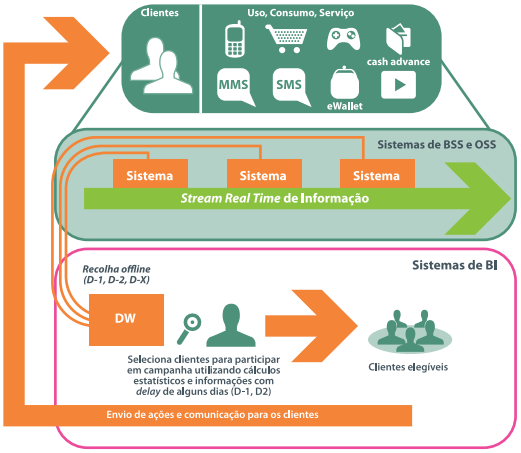


Figura 2 - Abordagem Tradicional

Esta abordagem tradicional permite apenas o lançamento de campanhas que não capturam o momento certo para cada cliente receber um incentivo ou uma oferta, com o risco de se obter um resultado inferior. Por outro lado esta abordagem não permite um acompanhamento do resultado da campanha em tempo útil para a ajustar e otimizar.

3.2. NOVA ABORDAGEM

A abordagem da PT Inovação para captura de valor e diferenciação usando *Big Data* utiliza a solução *ACM* (*Active Campaign Manager*).

Primeiro, devemos compreender por que o caso de campanhas deve ser caracterizado como *Big Data*:

- **Volume:** Existem milhares de informações de cliente geradas por minuto que são relevantes para a segmentação do público alvo de uma campanha, para execução de regras de decisão em tempo real e acompanhamento de resultado e impacto da campanha;
- **Variedade:** Podem ser utilizadas informações de CDR, recargas, *feeds* de redes sociais, ativações de produtos e serviços, envio de mensagens, interação em canais, etc;
- **Velocidade:** Quanto mais rápido se identificar um cliente como pertencente ao público alvo, mais rápido se vai interagir com ele para oferecer produtos e serviços e quanto mais rápido se acompanha a execução da sua campanha, melhor será o seu retorno, pois isto permitirá a execução de ajustes durante a execução da campanha, melhorando a sua eficácia.

O uso de informação rica e contextualizada em tempo real permite a execução de ações de *marketing* (campanhas, promoções) personalizadas com elevada assertividade e resultado superior à abordagem tradicional.

O ACM possui capacidade de gestão, execução e orquestração de campanhas e promoções em tempo real. Foi projetado para atender os principais objetivos das ações promocionais, tais como: aumentar a satisfação e a base de clientes; aumentar receita; difundir e divulgar a aquisição e utilização de produtos e serviços; promover vendas imediatas e retorno rápido; bloquear

a ação da concorrência; manter contacto direto com o consumidor, levando o produto até ele.

O ACM tem como fortes características a interatividade com o consumidor e o dinamismo na gestão de ofertas promocionais, pois pode ser integrado com outros sistemas de gestão de relacionamento com o cliente, inteligência de negócio, gestão de conteúdo, plataformas de serviços e canais de venda, permitindo a antecipação de ofertas no mercado que contribuam para a fidelização dos seus clientes.

O ACM, captura as informações relevantes dos clientes diretamente nos sistemas transacionais da empresa, analisa e executa as ações. Tudo isso em tempo real.

A diferença entre a abordagem tradicional e a abordagem *Big Data* da PT Inovação pode ser vista na Figura 3.
Os analistas de *marketing* podem fazer um

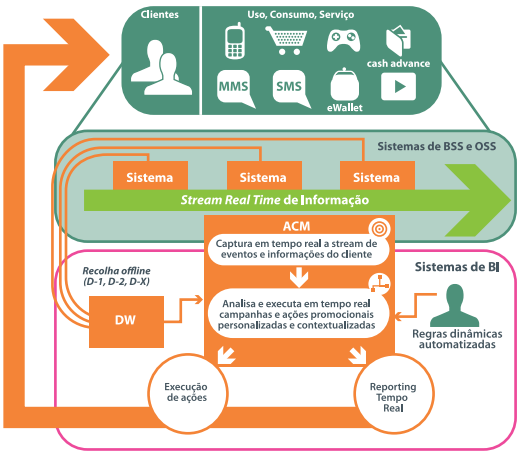


Figura 3 - Abordagem PT Inovação

acompanhamento da campanha em tempo real e realizar imediatamente os ajustes necessários na campanha para atingir os melhores resultados.

Um exemplo de campanha do ACM é a campanha para o aumento do valor médio de recarga de seus clientes. É possível definir uma campanha onde no exato momento em que o saldo do cliente fica abaixo de determinado limiar (e.g. $1.5), o cliente recebe um SMS com uma oferta atrelada à realização de uma recarga, sendo esta com valor alvo superior ao valor médio de recarga habitual do cliente. Esta mecânica captura o momento em que o cliente está mais propenso a responder positivamente à campanha.
O impacto positivo gerado por este tipo de



Figura 4 - Exemplo de campanha usando *Big Data*

campanha suportada por uma solução de campanhas contextualizada em tempo real, em comparação com a abordagem tradicional é substancial, pois é oferecido ao cliente, de forma individualizada e no momento exato, um produto que ele necessita e que lhe traz vantagens na sua contratação, gerando não só um aumento de receita como também aumento de satisfação.

Um dos grandes diferenciais do *Big Data* na visão da PT Inovação está no seu uso combinando inteligência do negócio com gestão de campanhas em tempo real.

CONCLUSÕES

As empresas devem ver o *Big Data* como *Big Opportunity* e não como *Big Problem*.

Muito além do *hardware* e *software* está o conhecimento humano. O conhecimento do negócio juntamente com o conhecimento da tecnologia da informação é que irá resolver os novos desafios do *Big Data*. A capacidade de encontrar padrões e informações que realmente sejam relevantes é o que trará o diferencial esperado às empresas, reduzindo custos, potencializando os seus negócios e satisfazendo cada vez mais os seus clientes.

A PT Inovação já está preparada para servir as operadoras com soluções inteligentes de *Big Data* que agregam valor e proporcionam uma melhor experiência ao cliente final, propiciando às empresas o crescimento da base de clientes que são realmente mais rentáveis.

REFERÊNCIAS

[1] - Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity http://www.mckinsey.com/insights/mgi/research/technology_and_innovation/big_data_the_next_frontier_for_innovation

CV dos autores

CV DOS AUTORES

Márcia Biadola. Graduada em Tecnologia em Processamento de Dados pela Universidade São Judas Tadeu e pós Graduada em Gerenciamento de Projetos e Licenciatura pela FASP. Atua na área de TI/BI desde 1994 sendo que desde 2002 trabalha na indústria de Telecom. É colaboradora da PT Inovação Brasil desde 2010 onde atua como Gerente de Projetos de TI/BI.

João Pias. Graduado em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho, pós graduado em Informática pela Universidade de Coimbra. Atua na PT Inovação Brasil como responsável pela área de BSS e BI.

Flávio Matiello. Graduado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e pós graduado em administração de empresas pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). É colaborador da PT Inovação Brasil desde 2002 e atual gerente da área de desenvolvimento de produtos e serviços BSS.

18 Modelos de Controlo de Acesso a Informação

palavras chave

Segurança, Controlo de Acesso, Autorização Fina, Autorização granular, ABAC, RBAC, XACML, IAM



PAULA CRAVO



RICARDO PEREIRA

Este artigo introduz alguns princípios básicos de segurança de dados essenciais para proteger recursos e informação contra a divulgação, alterações ou modificações não autorizadas, garantindo ao mesmo tempo o acesso aos utilizadores legítimos. Apresenta várias políticas de controlo de acesso e faz um resumo de alguns dos modelos e mecanismos existentes, com enfâse em modelos SotA. Apresentam-se algumas recomendações para implementação de alguns modelos, como o uso do protocolo XACML. Finalmente apresenta a solução proposta pela PT Inovação para controlo de acessos através do seu produto IAM.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

O problema do controlo de acessos a um sistema ou aplicação não é novo e tem tido várias abordagens ao longo do tempo. O principal objetivo de um sistema de controlo de acessos na área da informática é determinar que ações são permitidas aos utilizadores legítimos, servindo de mediador em todas as tentativas de acesso a um recurso do sistema [1]. Neste caso, os utilizadores autenticados e autorizados podem aceder a sistemas, dados e recursos que de outra forma estão vedados a outros. Isto é o mesmo que dizer que o controlo de acessos procura garantir a **autenticidade** de quem acede, a **confidencialidade** da informação, permitindo apenas o acesso a sujeitos autorizados, e a **integridade** da informação. Evidentemente, o sistema de controlo de acessos deve estar permanentemente ativo, caso contrário os utilizadores não terão acesso aos recursos (i.e. sistemas ou dados) por ele protegidos. Por outras palavras, a **disponibilidade** é um requisito igualmente essencial num sistema de controlo de acessos.

O **não-repúdio** é outro princípio de segurança que, embora desejável em muitas situações, pode ser opcional. É o caso do controlo de acessos feito por grupos de sujeitos como '*anonymous*' ou '*guest*'. Nestas situações não é possível distinguir um utilizador de outro que use o mesmo tipo de acesso, não se conseguindo imputar responsabilidades.

1.1 PROPRIEDADES DO CONTROLO DE ACESSO

PROPRIEDADES DO CONTROLO DE ACESSO

De uma forma geral, os sistemas de controlo de acessos têm funcionalidades de:

- **identificação** e **autenticação** – a fim de determinar quem pode entrar no sistema bem como a sua associação a um sujeito virtual, por exemplo, um utilizador ou *id*. É possível que uma pessoa tenha vários utilizadores para diferentes fins;
- **autorização** – determina o que um sujeito pode fazer no sistema;
- **auditoria** e **responsabilização** – permite identificar o que um sujeito fez, através de *logs* e outros registos. Estes registos são importantes porque permitem detetar falhas de segurança, recriar incidentes de segurança e identificar possíveis tentativas de intrusão.

Na implementação de um sistema de controlo de acessos devem ser consideradas três abstrações [2]: políticas de controlo de acessos – que especificam como se gere o acesso bem como quem e em que circunstância se pode aceder à informação –, mecanismos de controlo de acessos – que garantem o cumprimento das políticas definidas – e modelos de controlo de acessos – onde se descrevem as propriedades de um sistema de controlo de acessos e funcionam como 'ponte' entre as políticas de alto nível e os mecanismos.

1.2. ORGANIZAÇÃO DO ARTIGO

ORGANIZAÇÃO DO ARTIGO

Este documento apresenta alguns dos modelos de controlo de acesso mais comuns. A aplicabilidade e conceitos associados a um dos modelos (RBAC) são apresentados na vertente de autorização de acessos do produto IAM, em desenvolvimento na PT Inovação.

2. ESTADO DA ARTE

ESTADO DA ARTE

Esta secção apresenta de forma resumida alguns modelos de controlo de acesso, indicando-se as suas principais caraterísticas, bem como vantagens e desvantagens.

2.1 MODELOS DE AUTORIZAÇÃO

MODELOS DE AUTORIZAÇÃO

Os modelos de controlo de acessos podem ser classificados em modelos com base em capacidades (*Capabilities Lists*) e modelos com base em lista de controlo de acessos (*Access Control Lists* – **ACL**). Os modelos baseados em capacidades permitem o acesso a recursos dependendo das capacidades que o utilizador tem e que lhe foram transmitidas de alguma forma. Já os modelos baseados em ACL permitem o acesso ao recurso consultando uma lista de permissões que se encontra associada ao mesmo. Um exemplo de um sistema ACL é o sistema de ficheiros do UNIX, onde cada ficheiro tem associado uma lista de utilizadores ou grupo de utilizadores com determinadas permissões de acesso. Neste caso, o sistema conhece os utilizadores e para cada tipo de acesso a um ficheiro verifica se esse utilizador pode executar essa ação (tipicamente, *read*, *write* ou *execute*) na lista de permissões do próprio ficheiro. Já as *Capabilities Lists* mapeiam as permissões de um utilizador listando para cada utilizador os objetos a que tem acesso bem como o tipo de acesso que este possui. Descrevem-se a seguir alguns dos modelos mais comuns.

2.1.1. MAC

MAC

***Mandatory Access Control* (MAC)** é um sistema centralizado de controlo de acessos que se carateriza por autorizar o acesso a um recurso apenas se existir uma regra que permita a um dado utilizador aceder a esse recurso [3][4]. No modelo MAC é o sistema que controla e dita as políticas (i.e., garante *authorization rule enforcement*). Esta caraterística limita a possibilidade de um utilizador contornar as políticas de funcionamento alterando as permissões de acesso aos seus recursos. Um sistema MAC pode ser implementado de várias formas, sendo que as mais comuns são o *Rule Based Access Control*, baseado num conjunto de regras que são sempre aplicadas, e o *Lattice Based Access Control*, usado para decisões mais complexas, que envolvem múltiplos recursos ou utilizadores.

O modelo MAC, embora bastante robusto, é difícil de gerir e implementar corretamente. Normalmente, a implementação de sistemas MAC é feita ao nível do *kernel* do sistema operativo ou através de *hardware* muito especializado, o que afeta os custos e a portabilidade. Por esse motivo é um modelo pouco popular e que só se justifica quando se pretende proteger informação sensível e/ou confidencial, por exemplo informação militar ou de segurança nacional.

2.1.2. DAC

DAC

Com o ***Discretionary Access Control*** (**DAC**) é o utilizador quem decide como pretende proteger os seus recursos [5]. Neste modelo cada recurso tem um dono e a política de acesso é determinada por este. Outra caraterística deste modelo é que permite que o dono do recurso transmita as suas permissões para outros utilizadores, o que pode ser indesejável em alguns sistemas.

Este é o tipo de controlo de acessos normalmente usado em sistemas de ficheiros do tipo UNIX, onde o utilizador dono do ficheiro define as permissões sobre este para os restantes utilizadores do sistema.

2.1.3. RBAC

RBAC

O ***Role Based Access Control* (RBAC[1])** [6][7] é uma política de controlo de acessos determinada pelo sistema e não pelo proprietário. Baseia-se em *roles* (perfis ou papéis) que são atribuídos aos utilizadores dentro de uma organização. Um utilizador pode ter mais do que um perfil atribuído e um perfil pode ser atribuído a mais do que um utilizador. Em sistemas mais complexos é habitual organizar os perfis em hierarquias. A atribuição de acesso a um recurso é feita com base nos perfis e nunca com base nos utilizadores individualmente.

A principal diferença entre o modelo discricionário DAC e o RBAC é que no primeiro permite-se que o utilizador controle os recursos de que é proprietário enquanto no modelo RBAC o controlo é feito ao nível do sistema, fora do controlo do utilizador. Já a principal distinção em relação ao modelo MAC é que neste o acesso aos recursos apenas é permitido com base em regras de acesso dos utilizadores, enquanto no modelo RBAC controla-se o acesso mediante um conjunto de permissões que podem incluir operações mais ou menos complexas.
O RBAC é um modelo de políticas de acesso bastante flexível e por conseguinte bastante popular. O conceito de perfis partilhados por

[1] RBAC é a sigla usada na literatura para referir tanto o modelo *Role Based Access Control* como o *Rule Based Access Control*. Os dois modelos são diferentes pelo que o uso da mesma sigla pode criar confusão. Neste documento, RBAC refere-se sempre ao *Role Based Access Control*.

vários utilizadores permite que o sistema se torne facilmente escalável. A sua eficiência consiste na capacidade de partilhar perfis entre utilizadores. Quando esta situação não ocorre e cada utilizador tem um perfil distinto dos outros o modelo perde esta característica de escalabilidade. Outra limitação do modelo ocorre em ambientes em que um sistema de controlo de acesso RBAC é partilhado por várias aplicações ou contextos. Nestes casos o número de perfis tem tendência a crescer exponencialmente e a gestão do sistema torna-se mais difícil. Apesar da sua popularidade, em alguns contextos o modelo de perfis não é o mais adequado como é o caso em que a condição para aceder a um recurso é uma condição passageira que não depende do utilizador.

O modelo RBAC tem tido várias evoluções e existe atualmente um modelo de referência definido como uma coleção de quatro componentes modelo: *Core* RBAC, *Hierarchical* RBAC, *Static Separation of Duty Relations* e *Dynamic Separation of Duty Relations* [8].

2.1.4. ABAC

O modelo ***Attribute Based Access Control* (ABAC)** autoriza o acesso a recursos com base em atributos do utilizador e não com direitos ou permissões associados a este [9][10]. Neste modelo o utilizador tem que demonstrar as alegações (*claims*) sobre os seus atributos ao sistema de controlo de acessos. Uma política ABAC especifica que alegações se devem verificar a fim de obter a permissão de acesso ao recurso. Um exemplo típico é 'ser maior de 18 anos'. Qualquer utilizador que consiga demonstrar ter mais de 18 anos terá acesso ao recurso. Este modelo tem também a caraterística de não exigir uma autenticação formal do utilizador, permitindo o acesso de forma anónima. No entanto é exigida uma forma de provar a alegação anonimamente.

ABAC

O modelo ABAC implica alguma complexidade adicional uma vez que os atributos são mutáveis e possivelmente em grande quantidade. O sistema de controlo de acessos deve fornecer mecanismos para armazenar atributos adicionais consoante a dimensão do sistema. Da mesma forma, as políticas definidas por um modelo ABAC podem usar diversos tipos de atributos como argumentos, o que implica a capacidade de operar sobre diversos tipos de dados assim como a capacidade de suportar regras complexas.

Alguns modelos de controlo de acesso mais complexos baseiam-se no ABAC, como é o caso do modelo ***Policy Based Access Control* (PBAC)** [11][12], em que o controlo de acesso aos recursos de um sistema é feito baseando-se em políticas definidas a partir dos atributos do utilizador.

2.1.5. RADAC

O modelo ***Risk Adaptable Access Control* (RAdAC)** distingue-se dos outros modelos mais tradicionais pela sua flexibilidade e adaptabilidade, uma vez que não baseia as suas políticas de controlo de acessos apenas nos recursos e entidades envolvidas mas pressupõe que existe um fator de risco e uma necessidade associados a cada acesso [13][14]. Neste modelo, o risco e a necessidade são medidos e são avaliados para cada acesso ou operação, i.e., é tido em consideração o risco de aceder a um determinado recursos *vs.* o custo de não o fazer.

No RAdAC pressupõe-se que para além do risco de acesso ter de ser medido pelo sistema, o próprio sistema de controlo de acessos tem que ser capaz de reavaliar esse risco ao longo do tempo. Estas caraterísticas tornam este modelo extremamente dinâmico mas também tem como principais pontos fracos a eficácia e atualização no cálculo do perfil de risco associado, bem como o correto perfil de ligação do utilizador. Um fator de risco desatualizado ou a incorreta determinação do tipo de ligação, geo-localização IP ou dados biométricos do utilizador, por exemplo, podem conduzir a acessos não autorizados.

De uma forma simples poder-se-á argumentar que o aumento de complexidade aumenta a granularidade disponível para controlar acessos a recursos (Figura 1) [15].

2.2. ARQUITETURA DE AUTORIZAÇÃO

A arquitetura de autorização recomendada pelo IETF é composta pelos seguintes blocos funcionais [16][17][18]:

RADAC

ARQUITETURA DE AUTORIZAÇÃO

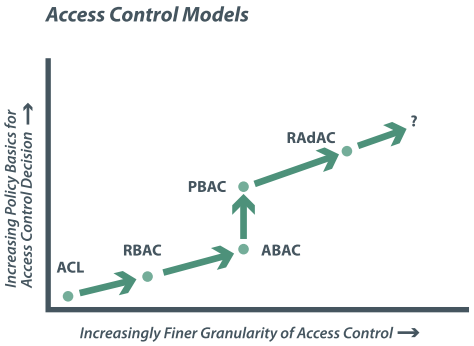


Figura 1 - Relação Complexidade vs. Granularidade no controlo de acesso

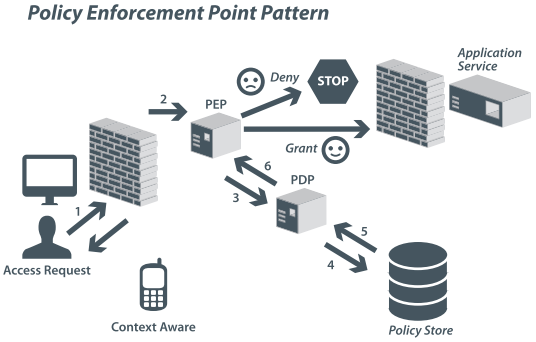


Figura 2 - Arquitetura de autorização e fluxo de informação

• *Policy Decision Point* (PDP) - Ponto onde são calculadas as decisões. Está tipicamente associado a um ou mais PEP e disponibiliza funcionalidades de decisão que não são apropriadas a um PEP;
• *Policy Enforcement Point* (PEP) - Implementado na aplicação que pretende aceder a um recurso, é esta que faz o pedido de autorização a um PDP, interpreta o resultado recebido e aplica-o a um recurso. Isto pode incluir:
  › tomar uma ação para "enforce" de políticas;
  › receber e preparar para uso políticas de acesso atualizadas;
  › fornecer métricas a um *Policy Monitoring Point* (PMP);
  › fornecer resultados e análise de reforço de políticas a um *Policy Administration Point* (PAP) e PMP.
• *Policy Administration Point* (PAP) - Ponto de criação, gestão, armazenamento e monitoria de políticas, incluindo a atribuição de políticas aos recursos, bem como a gestão do resultado de políticas que resultem de servidores de políticas de acesso distribuídos;
• *Policy Information Point* (PIP) - Local onde estão alojados os atributos referentes às políticas, fornecendo essa informação ao PDP. Pode ser uma base de dados, um servidor LDAP, etc;

Quer o PDP quer o PEP podem estar embebidos numa única aplicação ou estarem distribuídos. Esta arquitetura promove a separação da decisão de autorização do ponto de uso de forma a facilitar a atualização de critérios de decisão e políticas de autorização quando necessário.

O fluxo normal de informação numa arquitetura de autorização pode ser descrito da seguinte forma (Figura 2):

1 - O sujeito pretende executar uma ação sobre um determinado recurso num servidor aplicacional;
2 - É enviado ao PEP um pedido de acesso deste sujeito para executar uma ação no servidor aplicacional;
3 - O PEP comunica com o PDP, enviando um pedido xml com os dados referentes ao pedido;
4 - O PDP recebe o pedido e pede ao PIP os atributos que possam faltar;
5 - O PIP obtém os dados dos atributos requisitados (diferentes dados podem vir de diferentes fontes de informação) e envia ao PDP os valores dos atributos;
6 - O PDP avalia a autorização usando os dados do pedido em conjunto com os dados obtidos do PIP nas políticas existentes e comunica a decisão tomada ao PEP, enviando uma resposta xml com a decisão e as obrigações que devem ser cumpridas;

Finalmente, o PEP executa as obrigações e concede (*grant*) ou nega (*deny*) acesso ao recurso tendo em conta a decisão e a possibilidade de execução de todas as obrigações.

2.3 LINGUAGENS DE ESPECIFICAÇÃO DE POLÍTICAS

A ***eXtensible Access Control Markup Language* (XACML)** da *Organization for the Advancement of Structured Information Standards* (OASIS) [19], assim como a ***XML Access Control Language* (XACL)** da IBM [20], são *frameworks* para a especificação de políticas de controlo de acessos inicialmente

desenvolvidas com o objetivo de proteger documentos XML mas que podem ser aplicadas a outros recursos de sistemas. Um dos objetivos do XACML é promover uma terminologia comum e interoperabilidade entre implementações de autorização de diversos fornecedores. Atualmente, estas linguagens não permitem a representação direta de modelos tradicionais, como o DAC ou MAC. O XACML é na sua base um sistema ABAC, mas a OASIS fornece extensões do XACML que suportam uma vasta gama de modelos de políticas [21], incluindo o RBAC como uma especialização do ABAC.

O XACML permite requerer um acesso a um sistema, usando uma sintaxe *standard*, e obter uma de quatro respostas possíveis: *Permit* quando o acesso é autorizado, *Deny* se o acesso for recusado, *Indeterminate* se os parâmetros indicados não forem suficientes para a tomada de decisão, e *Not-Applicable* quando o pedido não pode ser processado.

O XACML disponibiliza um conjunto de políticas (*policy set*) que pode conter uma ou mais políticas ou conjunto de políticas. Cada política é descrita através de um conjunto de regras e a *framework* inclui métodos para combinação de políticas e conjuntos de políticas. Eventuais conflitos resolvem-se através de algoritmos de combinação de políticas, como '*Deny-Overrides,* '*Permit-overrides*, '*First-Applicable,* '*Only-One-Applicable*', ou outras que o desenvolvedor queira criar.

A OASIS ratificou o XACML 2.0 em 2005 e lançou a primeira especificação do XACML 3.0 em 2010. Esta versão mais recente suporta a delegação de autorização, usada para a administração descentralizada de políticas de acesso.

Para além do XACML e XACL, existem outras linguagens para controlo de acessos desenvolvidas em ambientes de investigação e que não estão disponíveis como POtS. Muitas delas têm propriedades similares ao XACML e XACL.

3. MODELO DE AUTORIZAÇÃO DO IAM

A PT Inovação está atualmente a desenvolver um sistema de gestão de identidades e controlo de acessos - ***Identity and Access Manager (IAM)***, que inclui um módulo de autorizações granular ou fina, em que aplicações ou serviços cliente delegam pedidos de autorização para os seus utilizadores. Neste produto o IAM é em simultâneo o PAP, PIP e PDP, sendo da responsabilidade de cada aplicação/serviço garantir o PEP.

O IAM tem a capacidade de poder implementar vários modelos de controlo de acessos que poderão ser usados conforme seja mais adequado ao tipo de aplicação/serviço. Atualmente, o IAM implementa o modelo *Hierarchical* RBAC, usado por uma grande variedade de aplicações, estando prevista a extensão do modelo para suportar contextos ou sessões, ou mesmo outros modelos como o ABAC. As entidades de autorização que o módulo IAM implementa são em número bastante reduzido (Figura 3).

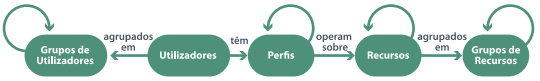


Figura 3 - Modelo de autorização do IAM

Tal como é preconizado no modelo RBAC, tudo o que se pretende controlar é um recurso sendo que estes podem ter uma relação hierárquica entre si ou ser agrupados em conjuntos que de alguma forma façam sentido ao modelo em que se está a trabalhar. Por outro lado, os perfis permitem definir um conjunto de operações sobre recursos, grupos de recursos ou hierarquia de recursos, tais como *Create, Read, Update, Delete* e *Execute*. Um recurso pode aparecer em diversos grupos que compõem um perfil, com diferentes operações configuradas, por isso o IAM implementa atualmente uma política de *Deny-Overrides* para limitar a configuração acidental de operações sobre um recurso que esteja incluído diversas vezes no mesmo perfil. No entanto, esta política pode facilmente ser substituída por uma política de *Permit-Overrides* ou outras que se julguem mais adequadas. Da mesma forma, as operações configuradas sobre um recurso que tenha dependentes, i.e., com hierarquia, são atualmente herdadas por todos os dependentes, mas pode suceder que em algumas modelizações se pretenda quebrar esta herança. Esta funcionalidade ainda não existe na atual versão do produto IAM mas existirá numa versão futura.

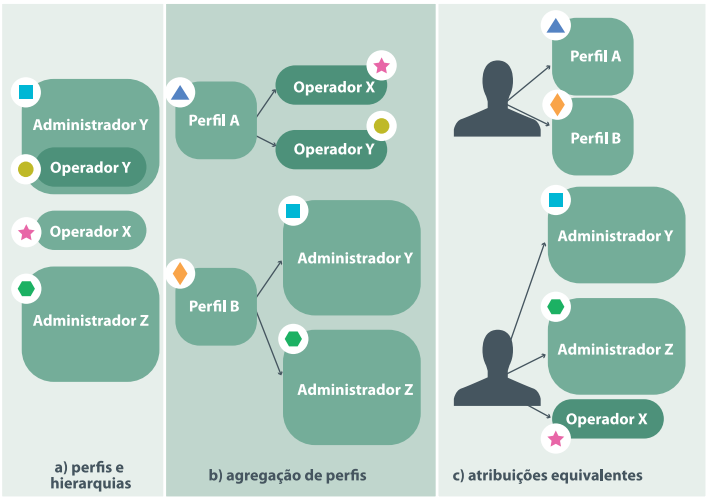


Figura 4 - Composição de perfis equivalentes

Tal como os recursos, os perfis também podem ser organizados de forma hierárquica, o que permite construir permissões de acesso mais ou menos complexas consoante as necessidades de cada serviço ou aplicação. Também nesta relação se implementa uma política de *Deny-Overrides*.

O modelo RBAC possibilita que um utilizador possa ter vários perfis. Nesta situação, as autorizações do utilizador serão a união das autorizações de cada perfil considerado de forma independente. Isto permite atribuir a um utilizador um Perfil A de 'Operador X' e 'Operador Y', com autorizações algo limitadas, mas ao atribuir-lhe também um Perfil B de 'Administrador de Y' e 'Administrador Z' com permissões para executar qualquer tipo de operação sobre qualquer recurso do sistema Y e Z, as permissões finais desse utilizador serão equivalentes a 'Operador X' mais 'Administrador Y' mais 'Administrador Z' (Figura 4).

Muitas vezes, esta acumulação de permissões é acidentalmente atribuída pelo administrador do sistema e nem sempre é fácil perceber que conjunto de autorizações tem um determinado utilizador e como as obteve. O IAM pretende facilitar nesse despiste apresentando ao administrador do sistema um mapa de autorizações por perfil e por utilizador.

Outro conceito que o IAM introduz é o de grupo de utilizadores em que se agregam utilizadores que têm alguma forma de relação entre si. Este conceito facilita a configuração massiva de autorizações, bastando atribuir um ou mais perfis a um grupo de utilizadores para que todos os utilizadores desse grupo tenham as mesmas autorizações de acesso. Isto limita os erros humanos, em que uma permissão que tem que ser dada a um conjunto de utilizadores é atribuída individualmente a cada um, facilitando o esquecimento de um utilizador ou a atribuição da permissão ao utilizador errado.

Uma das grandes vantagens do IAM em relação a outros produtos anteriormente usados na PTIn é a disponibilização de uma API baseada em *web services* REST, com possibilidade de incluir uma interface *standard* XACML para promover a interoperabilidade e a integração do produto. Estas caraterísticas permitem uma melhor separação de funções, estando a decisão de autorização totalmente centralizada no IAM. Ao expor os serviços por REST, com autenticação das aplicações/serviços cliente que usam os WS REST, o IAM consegue garantir um acesso seguro à informação de cada aplicação/serviço, sendo que estes se concentram nas suas áreas de negócio e no cumprimento (*enforcement*) das autorizações disponibilizadas.

CONCLUSÕES

À medida que os sistemas aumentam em dimensão e complexidade e as arquiteturas distribuídas se tornam mais frequentes, um

controlo de acessos eficaz e eficiente é cada vez mais uma exigência de segurança que não pode ser descurada.

Além dos modelos apresentados neste documento, existem muitas variantes e extensões a estes, bem como outros tipos de modelos. Todos apresentam vantagens e desvantagens, que devem ser tidos em consideração no momento de decidir o modelo a adotar tendo em consideração os requisitos do negócio, e muito frequentemente cada implementação inclui especificidades próprias que não fazem parte da definição inicial do modelo.

Um dos desafios mais recentes é como resolver o problema de controlo de acessos em ambientes distribuídos ou em *cloud* [22][23]. Nestes casos, as políticas de controlo de acesso podem ter que estar associadas a cada objeto (*sticky policies*), sendo estas transmitidas para fora do sistema que as gerou de forma a poderem ser implementadas por outros mecanismos de controlo de acessos [24]. Este tipo de abordagem tem a vantagem de apresentar grande escalabilidade e alta disponibilidade e o sistema de controlo de acessos pode ser distribuído, mas levantam-se outras questões relativas a mecanismos de segurança, PKI e outros.

REFERÊNCIAS

[1] - Micki Krause, Harold F. Tipton, "Handbook of Information Security Management", Auerbach Publications, 1999.
[2] - Vincent C. Hu, David F. Ferraiolo, *et al.*, "Assessment of Access Control Systems", Gaithersburg, Md.: U.S. Dept. of Commerce, National Institute of Standards and Technology, September 2006. [Online] http://purl.access.gpo.gov/GPO/LPS80284
[3] - Mark Curphey, David Endler, *et al.*, "A Guide to Building Secure Web Applications: The Open Web Application Security Project", The Open Web Application Security Project (OWASP), September 2002, pp 27-29 [Online] ftp://sbin.org/pub/doc/books/web/OWASPGuideV1.1.1.pdf
[4] - "Mandatory Access Control", Wikipedia.org, August 2012. [Online] http://en.wikipedia.org/wiki/Mandatory_access_control
[5] - "Discretionary Access Control", Wikipedia.org, May 2012. [Online] http://en.wikipedia.org/wiki/Discretionary_access_control
[6] - "Role Based Access Control (RBAC) and Role Based Security", NIST, Computer Security Division, Computer Security Resource Center, June 2012. [Online] http://csrc.nist.gov/groups/SNS/rbac/
[7] - David F. Ferraiolo, D. Richard Kuhn, *et al.*, "Role-Based Access Control", Artech House, Computer Security Series, 2003.
[8] - American National Standard for Information Technology, "Role Based Access Control", ANSI INCITS 359-2012, InterNational Committee for Information Technology Standards (formerly NCITS), May 29, 2012.
[9] - "Attribute Based Access Control", Infosystems Technology, Inc., September 2012. [Online] http://rubix.com/cms/policies/abac
[10] - "Attribute Based Access Control (ABAC)", Axiomatics.com, September 2012. [Online] http://www.axiomatics.com/attribute-based-access-control.html
[11] - "Policy-Based Access Control", Sybase Inc., 2005. [Online] http://infocenter.sybase.com/help/index.jsp?topic=/com.sybase.help.ase_15.0.sag1/html/sag1/sag1556.htm
[12] - Brad J. Cox, "Policy Based Access Control (PBAC) for Diverse DoD Security Domains", Technica Corporation, May 2011.
[13] - Nguyen Ngoc Diep, Sungyoung Lee, *et al.*, "Contextual Risk-based Access Control", The 2007 International Conference on Security and Management (SAM'07), Las Vegas, Nevada, USA, June 25-28, 2007.
[14] - Robert W. McGraw, "Risk-Adaptable Access Control (RAdAC)", Proceedings of the Privilege Management Workshop, National Security Agency, September 1-3, 2009. [Online] http://csrc.nist.gov/news_events/privilege-management-workshop/radac-Paper0001.pdf
[15] - "A Survey of Access Control Models", Proceedings of the Privilege Management Workshop, National Security Agency, September 1-3, 2009. [Online] http://csrc.nist.gov/news_events/privilege-management-workshop/PvM-Model-Survey-Aug26-2009.pdf
[16] - "SOA Policy overview", IBM Corporation, September 2012. [Online] http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/prodconn/v1r0m0/topic/com.ibm.scenarios.soawdpwsrr.doc/topics/csoa2_SOA_policy.htm
[17] - G. Waters, J Wheeler, *et al.*, "Policy Framework Architecture", Internet-draft, Internet Engineering Task Force (IETF), Network Working Group, February 26, 1999. [Online] http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-policy-arch-00
[18] - Robert Laird, Andy Ritchie, *et al.*, "SOA Policy Reference Architecture Full Article", IBM Corporation, August 2012. [Online] http://www.ibm.com/developerworks/library/ws-soa-policy/SOA_Policy_Reference_Architecture_Full_Article.pdf
[19] - "Differences between XACML 2.0 and XACML 3.0", OASIS XACML Wiki, April 2012. [Online] http://wiki.oasis-open.org/xacml/DifferencesBetweenXACML2.0AndXACML3.0
[20] - Robin Cover, "XML Access Control Language (XACL)", Cover Pages, May 2001. [Online] http://xml.coverpages.org/xacl.html
[21] - "OASIS eXtensible Access Control Markup Language (XACML) TC", Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS), 2012. [Online] https://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=xacml#CURRENT
[22] - Nikos Fotiou, Giannis F. Marias, *et al.*, "Access control enforcement delegation for information-centric networking architectures", Proceeding ICN '12 Proceedings of the second edition of the ICN workshop on Information-centric networking, p. 85-90, August 13-17, 2012, Helsini, Finland.
[23] - Jose M. Alcaraz Calero, Nigel Edwards, *et al.*, "Toward a Multi-Tenancy Authorization System for Cloud Services", IEEE Security and Privacy, Vol. 8, Issue 6,November 2010, pp. 48-55.
[24] - Siani Pearson, Marco Casassa-Mont, "Sticky Policies: An Approach for Managing Privacy across Multiple Parties".Computer, Vol.44, Issue 9, September 2011, pp. 60-68.

CV DOS AUTORES

Paula Cravo, MSC em *Information Technology - Information Security* pelo Carnegie Mellon University e Mestre em Segurança Informática pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, em 2011, Licenciada em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, em 1993. Iniciou a atividade profissional no CET em 1992, na área de Desenvolvimento de Produtos, tendo estado envolvida no desenvolvimento de aplicações para gestão local de diversos tipos de equipamentos de transmissão: MUXFLEX, SERTO2000, PEDEL, etc. De 1998 a 2001 a sua área de atividade centrou-se no desenvolvimento de aplicações de gestão SNMP para o sistema AGORA. De 2001 a 2005 desenvolveu agentes SNMP para sistemas de transmissão da PT Inovação. No período entre 2006 e 2010 fez parte da equipa de desenvolvimento do sistema ArQoS de testes, monitorização e recolha de indicadores de QoS para diversos tipos de tecnologia de rede (fixa/móvel/IP). Atualmente encontra-se a trabalhar na área de gestão de identidades e controlo de acessos.

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 atividade profissional na PT Inovação. Tem participado em diversos projetos de I&D no âmbito do IST e Eurescom, nas áreas de QoS e *Network Management*, Mobilidade, Segurança, Privacidade e Gestão de Identidades. Atualmente é *team leader* do grupo de Gestão de Identidades e Privacidade.

19 Gestão Integrada de Serviços *Cloud* e *Telco*

palavras chave

Cloud Computing, Operations Support Systems, provisão, supervisão, auto-scaling


MÁRIO RUI COSTA


PEDRO NEVES


ALEXANDRE LARANJEIRA


JOÃO SOARES


NUNO PÁSSARO


ANDRÉ AUGUSTO

O paradigma de *Cloud Computing* caracteriza-se, entre outros fatores, por ubiquidade no acesso à rede, elasticidade e flexibilidade no modelo de negócio (*pay-per-use*). Um dos principais fatores de diferenciação para a prestação de serviços *Cloud* será a construção de ofertas comerciais que conjuguem este tipo de serviços com serviços de comunicações, em que o conhecimento e controlo das redes e seus recursos possibilitarão o controlo explícito da qualidade dos serviços prestados bem como a garantia de segurança e fiabilidade no acesso aos mesmos. Este pressuposto coloca o operador numa posição privilegiada, e abre as portas às plataformas atuais dos Sistemas de Suporte às Operações (OSS – *Operations Support Systems*) para no futuro virem a desempenhar um papel preponderante na oferta de serviços *cloud*, sendo capazes de integrar na mesma solução a capacidade para gerir recursos de *cloud*, incluindo processos automáticos de aprovisionamento, descoberta, desempenho e monitorização, e de rede simultaneamente. Sucintamente, este artigo apresenta uma proposta para a integração da gestão de recursos e serviços de *Cloud Computing* com os OSS atualmente disponibilizados pela PT Inovação. Os mecanismos de gestão mencionados terão a capacidade de descobrir, aprovisionar e monitorizar recursos de *cloud* e, simultaneamente, recursos de rede.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Cloud Computing tem ganho cada vez mais importância no negócio das empresas, não só pelas suas características tecnológicas mas também pelo modelo de negócio que lhe é inerente. O potencial por detrás deste paradigma é unânime e a sua crescente adoção uma certeza.

No entanto, existem fatores considerados limitativos que necessitam ser ultrapassados para que todo o potencial da *Cloud* possa transparecer. Entre esses fatores estão:

i) questões relacionadas com segurança, privacidade e confidencialidade;
ii) a falta de normas, nomeadamente no que toca a interfaces de gestão, que tem um impacto direto nas garantias de interoperabilidade e portabilidade;
iii) a falta de regulação na área; e
iv) a clara necessidade de integrar os serviços *Cloud* e *Telco* de forma a garantir parâmetros de qualidade (desempenho, robustez, segurança, etc.) extremo-a-extremo.

Estes fatores são hoje os inibidores de muitas empresas perante a adoção do paradigma de *Cloud Computing*.

Nos últimos anos têm surgido várias iniciativas com o intuito de endereçar e ultrapassar os fatores acima mencionados. É relevante salientar as atividades de normalização, onde os avanços têm sido feitos maioritariamente ao nível da gestão dos recursos/serviços de infraestrutura, *Infrastructure as a Service* (IaaS), onde organismos como o *Open Grid Forum* (OGF) e o *Distributed Management Task Force* (DMTF) têm vindo a trabalhar tendo já elaborado duas normas: a *Open Cloud Computing Interface* (OCCI) [1] definida pelo OGF, e a *Cloud Infrastrastructure Management Interface* (CIMI) [2] definida pelo DMTF. Ambas as interfaces definem a gestão de recursos computacionais, sendo por isso consideradas concorrentes. Olhando para a componente de armazenamento dos serviços IaaS, a *Storage Networking Industry Association* (SNIA) definiu a *Cloud Data Management Interface* (CDMI) [3]. Recentemente foi apresentada a *Cloud Application Management for Platforms* (CAMP) [4], a primeira proposta de norma no âmbito dos serviços de plataforma, *Platform as a Service* (PaaS), submetida ao à *Organization for the Advancement of Structured Information Standards* (OASIS). É de salientar também o projeto *Deltacloud* [5], da Apache, que criou uma interface que abstrai as diferenças entre diferentes *clouds* (funcionando como *proxy*) no que toca a serviços IaaS, e.g. serviços *Amazon Web Services* (AWS) *Elastic Compute Cloud* (EC2) e *Simple Storage Service* (S3) [6], OpenStack *Compute* e *Storage* [7], entre muitos outros.

Embora diversos organismos de normalização estejam ativos no que toca a interfaces de gestão de serviços *Cloud*, é fora destes que estão os *standards* de facto. Ao nível dos serviços IaaS as interfaces da *AWS* para os serviços EC2 e S3 lideram, tendo recentemente a concorrência das interfaces definidas pela plataforma *open-source* OpenStack. No âmbito dos serviços PaaS a liderança no que toca a interfaces de gestão não é tão clara, pois estamos perante um mercado mais abrangente de fornecedores.

No que toca à garantia de qualidade extremo-a-extremo nos serviços *Cloud* é hoje inviabilizada pela fronteira bem definida que existe entre os domínios *Cloud* e *Telco*, sendo a gestão dos serviços de cada um feita de forma separada por entidades independentes. Ao mesmo tempo que a

→→

necessidade de integração de serviços *Cloud* e serviços *Telco* aumenta, os operadores *Telco* começam também eles a oferecer serviços *Cloud*. A conjunção destes dois fatores coloca os *Telco* numa posição favorável perante uma concorrência já bem instalada no mercado dos serviços *Cloud*. Atentos a esta necessidade de integração estão os organismos de normalização mais ligados ao mundo *Telco*, como o *Metro Ethernet Forum* (MEF), nomeadamente com projeto *Carrier Ethernet Services for Cloud* [8], e o *International Telecommunications Union* (ITU) através do trabalho que está a ser desenvolvido no seu *Focus Group on Cloud Computing* (FG Cloud) [9]. Neste sentido a integração da gestão de serviços *Cloud* nos *Operations Support Systems* (OSS) da PT Inovação é um desafio e o primeiro passo de uma evolução tão fundamental como natural.

Este artigo apresenta uma proposta para a integração da gestão de recursos e serviços de *Cloud Computing* com os OSS PT Inovação. Tendo em conta a maturidade dos serviços IaaS e a realidade corrente da oferta SmartCloudPT, o trabalho desenvolvido focou-se na gestão (provisão e supervisão) de serviços de infraestrutura, IaaS. A solução apresentada permite a interação com múltiplos fornecedores de *Cloud*, colocando como principal prioridade a integração com a plataforma de *Cloud* disponibilizada pelo Grupo PT (SmartCloudPT) e a plataforma OpenStack.

2. GESTÃO DE SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES

GESTÃO DE SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES

A gestão de operações e de negócio na industria das comunicações tem evoluído desde as décadas de 80/90 em alinhamento com os racionais de evolução das redes de telecomunicações, i.e., em alinhamento com a evolução dos meios de prestação de serviço nos operadores de telecomunicações.

De facto a gestão de operações suportada em sistemas de informação surge pela necessidade da adoção de processos mais eficientes e mais automatizados que permitam suportar o planeamento, construção e manutenção das redes, bem como a sua provisão e supervisão. Por esta ordem de ideias, os operadores de telecomunicações foram construindo sobre cada domínio de rede adotado (PSTN, PLMN, etc.) um conjunto de sistemas de gestão dedicados à gestão de cada rede, num cenário em que a desintegração de redes levou à desintegração das *stacks* de gestão operacionais, dos OSS. Este cenário é ilustrado na Figura 1.

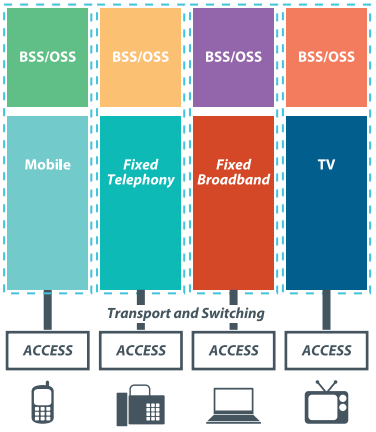


Figura 1 - Sistemas de gestão dedicados

Outras evoluções tecnológicas na órbita das redes de telecomunicações, como o surgimento e massificação do paradigma de rede inteligente levou a que o cenário de gestão segmentada descrito no parágrafo anterior surgisse também no contexto de uma única rede. No caso concreto da rede inteligente, no final dos anos 90 e década de 2000 assistiu-se a uma massificação de soluções de rede inteligente anexas, na sua maioria, às redes móveis (PLMN). Este episódio levou a que sobre as redes PLMN surgisse também uma visão de gestão operacional segmentada, não por razões tecnológicas mas acima de tudo acompanhando a implementação de diferentes modelos de negócio sobre um mesmo domínio técnico, o modelo pré-pago, suportado pelas soluções de rede inteligente, e o modelo pós-pago, suportado por soluções de mediação de redes e *billing* tradicional. Este cenário é ilustrado na Figura 2.

No final da década de 90 e principalmente durante a década de 2000, no sentido de responder à concorrência feroz de um mercado liberalizado, os operadores começaram a ter necessidade de construir ofertas mais complexas, misturando serviços oferecidos por diferentes tecnologias de rede. O aumento da concorrência no sector

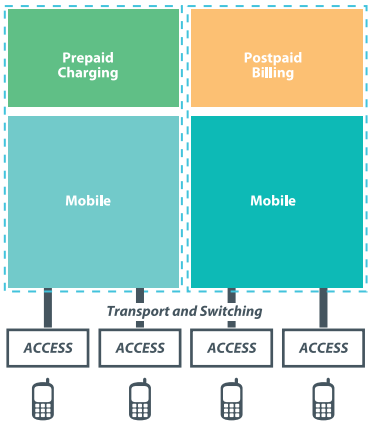
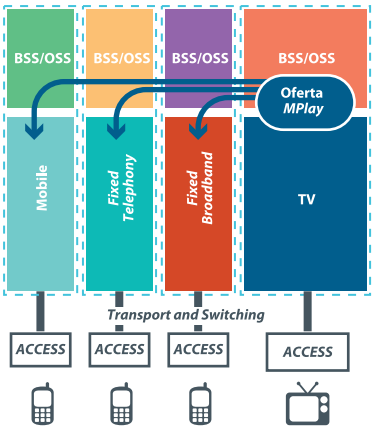


Figura 2 - Sistema de gestão segmentado da rede móvel – pré-pago e pós-pago

Tradução: Tarifação pré-paga; Faturação pós-paga; Transporte e comutação; Móvel; Acesso



Tradução: Móvel; Telefonia fixa; Banda larga fixa; Transporte e comutação; Acesso

Figura 3 - Sistema de gestão "semi-convergente"

colocou também particular ênfase na redução do tempo de disponibilização desses serviços (*time to market*). A transformação por que os B/OSS tiveram que passar para comportar esta nova realidade foi muito grande.

Sobre um cenário operacional sustentado por múltiplas *stacks* B/OSS segmentadas, as primeiras propostas de oferta convergente surgiram suportadas por processos *spaghetti*, cruzando em *mesh* e à medida as funções de gestão de negócio de cada *stack* operacional, sendo criadas arquiteturas distribuídas complexas, muito dificilmente escaláveis em função do aumento da diversidade e volume de negócio e que só com investimentos avultados conseguiam responder a requisitos de performance e tempo de resposta exigentes.

Em adição, estas novas ofertas "convergentes" não eram mais do que a soma de funcionalidades de serviço dadas em diferentes tecnologias, não oferecendo funcionalidades multitecnologia (o mesmo serviço acedido por diferentes redes) ou modelos de negócio que tirassem partido do conhecimento integrado da prestação dos diferentes serviços para um cliente único. Em suma, a proposta de ofertas *multi-play* e "convergentes" era suportada por grandes custos operacionais e limitativa quanto aos modelos de negócio suportados. Este cenário é ilustrado na Figura 3.

Os enormes custos operacionais e limitações funcionais do *multi-play* e da convergência foram o gatilho de um novo passo de evolução operacional, a unificação de operações sob o mote de programas empresarias de transformação de sistemas de informação. Estes programas visam a adoção de sistemas de gestão operacional unificados, suportando a construção de processos genéricos para a gestão de qualquer domínio tecnológico, e a adoção de sistemas de gestão de negócio unificados, suportando a construção de processos genéricos para a gestão de qualquer tipo de oferta. Em adição, estes programas permitem ainda possuir o conhecimento integrado de todo o portefólio do cliente e o desenvolvimento de modelos de negócio verdadeiramente convergentes, capazes de combinar a entrega e monetização de serviços de um mesmo cliente ou entre clientes relacionados, caminhando no sentido da maximização da *Quality of Experience* (QoE) do cliente final e implicitamente do seu *Return of Investiment* (ROI). Este cenário é ilustrado na figura 4.

Muitos operadores, principalmente os incumbentes, estão neste momento a fazer o percurso da convergência. Contudo esta não é a etapa final da evolução, muito pelo contrário, os modelos de gestão unificada não respondem necessariamente de forma adequada aos desafios tecnológicos e de negócio que surgem todos os dias e cada vez de forma mais rápida. Muitos são os desafios, sendo a temática de fundo deste artigo apenas a expressão de um desses desafios, a convergência dos mundos de serviços *Telco* e de TI. De facto a rede e os seus serviços de conectividade têm evoluído no sentido de proporcionar apenas um meio de comunicação (um túnel para passar *bits*) e de acesso aos serviços de nova geração (aplicações) que começam a ser "fornecidos pelo *datacenter*". Esta realidade é para os operadores tradicionais de telecomunicações um sinal da necessidade de evolução dos

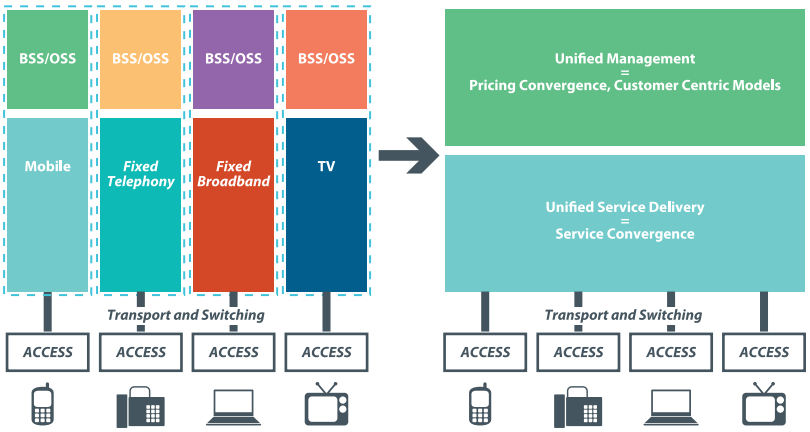


Figura 4 - Sistemas de gestão unificados

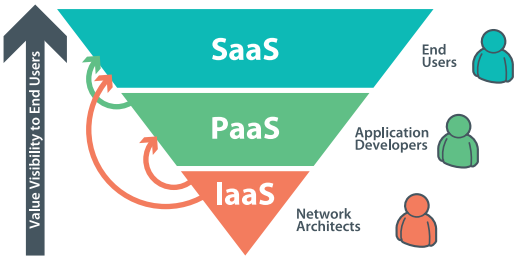
Tradução: Móvel; Telefonia fixa; Banda larga fixa; Gestão unificada = Convergência de tarifários, Modelos centrados no cliente; Prestação do Serviço unificada = Convergência de serviço; Transporte e comutação; Móvel; Acesso

seus sistemas de gestão B/OSS para serem capazes de gerir, eventualmente de forma integrada, os recursos de TI e os serviços que estes recursos suportam. Um sinal explícito da importância desta convergência é o aumento significativo da intensidade no trabalho conjunto entre *frameworks* que outrora estavam ligados aos dois mundos, o TMForum eTOM para as telecomunicações e o ITIL para o mundo de TI. Neste palco da convergência *Telco*/TI os operadores são *players* privilegiados, pela capacidade intrínseca que tem de poderem gerir de forma integrada rede e infraestrutura TI, aspeto que os OTT não tem e não conseguirão ter tão cedo.

Nessa torrente de evolução nos operadores de telecomunicações, alguns dos aspectos principais das ofertas dos mesmos nunca mudaram assim tanto. No mercado residencial as ofertas são ainda altamente padronizadas, existindo um pequeno leque de opções do qual cada utilizador pode escolher a oferta que considerar mais conveniente. No mercado empresarial, tendencialmente a padronização não é tão forte, mas aspectos relacionados com fiabilidade em que se exigem taxas de disponibilidade altíssimas, são ainda obrigatórios, em detrimento de flexibilidade ou configurabilidade. Neste segmento de negócio, as características das ofertas típicas de *Cloud* chocam claramente com o que os operadores de telecomunicações tipicamente oferecem, e com aquilo que os seus sistemas estão preparados para fazer, aumentando claramente a fasquia deste desafio.

3. GESTÃO DE SERVIÇOS CLOUD

A gestão de recursos de *Cloud* pode ser dividida em dois grandes processos — i) provisão e ii) supervisão. Os processos de gestão identificados têm um significado distinto dependendo do tipo de serviço *Cloud* que está a ser endereçado (IaaS, PaaS, SaaS) – ver Figura 5. As próximas subsecções



Tradução: Arquitetos de rede; Desenvolvedores de aplicações; Utilizadores finais; Visibilidade do valor para os utilizadores finais

Figura 5 - Modelos de entrega de serviços *Cloud* – IaaS, PaaS e SaaS

descrevem o significado da gestão de recursos para cada um dos níveis de serviço disponibilizados pela *Cloud*.

3.1. GESTÃO *CLOUD* IaaS

A provisão de serviços *Cloud* ao nível IaaS permite ao cliente – tipicamente o administrador dos recursos TI de uma empresa – aprovisionar recursos computacionais (CPU, memória e disco) e de armazenamento no *datacenter* do fornecedor de *Cloud*. A materialização dos recursos computacionais é feita em máquinas virtuais, sendo necessário também a configuração de sistema operativo, rede IP bem como *firewalls* (ver Figura 6). Os pedidos destes recursos são habitualmente efetuados através de um

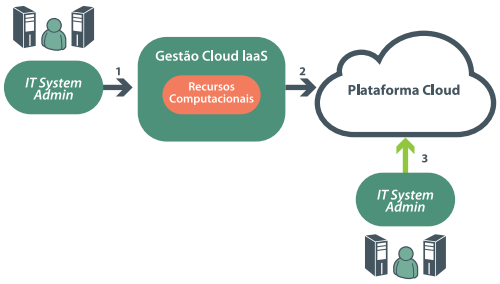
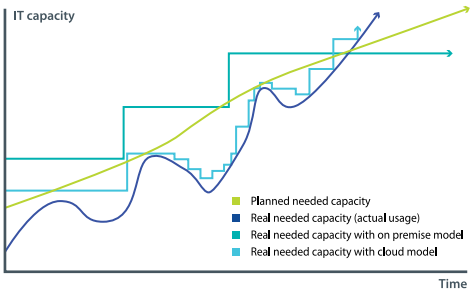


Figura 6 - Fluxo de provisão para gestão de serviços Cloud IaaS

portal *self-care* disponibilizado ao cliente.

Para além do aprovisionamento *on-demand* dos recursos computacionais solicitados através do portal de *self-care* do fornecedor *Cloud*, é também fundamental permitir o aprovisionamento automático de novos recursos computacionais tendo em conta a ocupação dos recursos inicialmente alocados, funcionalidade habitualmente designada como *auto-scaling*. Para a disponibilização de *auto-scaling* é fundamental que os processos de provisão e supervisão estejam interligados. A arquitetura apresentada na secção 4 descreve a interação entre estes dois processos. Do ponto de vista da supervisão, este processo de gestão de serviços *Cloud* ao nível IaaS é responsável por monitorizar o desempenho dos recursos computacionais previamente alocados.
Com base na informação recolhida são construídos e disponibilizados ao cliente indicadores de desempenho e histórico (tipicamente através de gráficos no portal de *self-care*). A supervisão é também utilizada para verificar se o SLA contratado com o cliente está a ser cumprido. Isto pode ser efetuado, por exemplo, através do envio de alarmes para o elemento de gestão responsável pela provisão de recursos *Cloud* sempre que os *thresholds* contratados são ultrapassados. Com base na informação recolhida, pode ser necessário escalar os recursos computacionais para cumprir o SLA ou, pelo contrário, libertar alguns recursos computacionais que não estão a ser utilizados – *auto-scaling*. Diretamente ligada às funcionalidades *on-demand* e *auto-scaling* está o *pay-per-use*, ou seja cobrança em tempo real dos recursos computacionais "consumidos" pelo cliente. O suporte desta funcionalidade implica a interligação entre os processos de supervisão de recursos computacionais *Cloud* e os processos de *billing* dos BSS. Esta característica de negócio é também fundamental para a disponibilização de serviços *Cloud*. A Figura 7 ilustra as vantagens do modelo *Cloud* relativamente à utilização de recursos *in-house*.



(legenda: Capacidade necessária planeada; Capacidade necessária real (utilização real); Capacidade real com o modelo de instalações próprias; Capacidade real com modelo cloud)

Figura 7 - Ocupação de recursos computacionais com o modelo *Cloud*

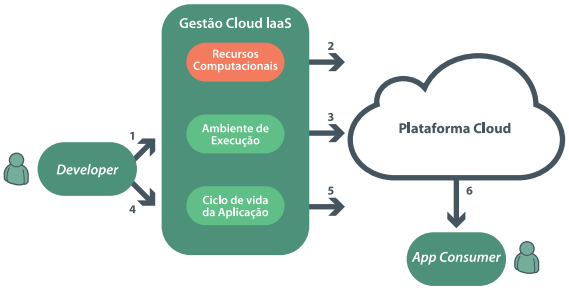
3.2. GESTÃO *CLOUD* PaaS / SaaS

Os serviços *Cloud* PaaS assentam nos serviços *Cloud* IaaS, isto é, a oferta de um serviço PaaS implica a existência de uma infraestrutura de recursos computacionais. Do ponto de vista do cliente que está a utilizar um serviço PaaS, tipicamente orientado a equipas de desenvolvimento de empresas e/ou *developers* individuais que não pretendem consumir recursos (temporais e financeiros) com a aquisição e configuração dos ambientes de execução para as suas aplicações, os recursos computacionais são abstraídos. No entanto, do ponto de vista das plataformas de gestão, apesar de não ser visível para o cliente que está a utilizar o serviço PaaS, é necessário gerir os recursos computacionais que estão a ser utilizados para oferecer o serviço PaaS. Deste modo, contrariamente à gestão de serviços IaaS, a gestão de serviços PaaS é bastante mais complexa e é constituída pelas seguintes fases:

i) Provisão de recursos computacionais (CPU, RAM e disco) para *correr* as plataformas de execução de serviços;
ii) Provisão de uma plataforma de execução de serviços, constituída por i) bases de dados (por exemplo SQL, MySQL, NoSQL, ...), ii) servidores aplicacionais, iii) *frameworks* (por exemplo Java, Python, Ruby, ...), etc.;
iii) Depois de provisionados os recursos computacionais (passo i) e configurada a plataforma de software PaaS (passo ii), é necessário efetuar o *deployment* e *start* da

aplicação do cliente para a plataforma *Cloud* PaaS. Esta fase inclui a gestão completa do ciclo de vida do serviço. Depois de iniciada pela plataforma de gestão a aplicação é disponibilizada como um serviço (SaaS) ao consumidor final (ver Figura 8).

Figura 8 - Fluxo de provisão para gestão de serviços Cloud PaaS / SaaS



A componente de supervisão ao nível PaaS inclui a monitorização dos recursos ao nível da infraestrutura para que o gestor possa escalar os recursos mediante as suas necessidades. Ao nível PaaS, a monitorização da infraestrutura não é visível para o cliente (*developer*). As métricas disponibilizadas ao *developer* devem permitir efetuar a monitorização da aplicação em tempo real. Por exemplo, métricas de disponibilidade, tempo de resposta, *reliability*, acesso a base de dados, transações *web*, *threads*, sessões de utilizadores, entre outras. Tal como no serviço IaaS, a componente de supervisão é muito importante no serviço PaaS para permitir escalar automaticamente os recursos computacionais e de armazenamento bem como de software (por exemplo bases de dados) para cumprir os SLA contratados, e também para permitir aos processos de *billing* cobrar o cliente pelos recursos utilizados no PaaS – modelo *pay-per-use*.

4. GESTÃO INTEGRADA DE SERVIÇOS TELCO E CLOUD

GESTÃO INTEGRADA DE SERVIÇOS *TELCO* E *CLOUD*

Nos anos mais recentes os operadores de telecomunicações têm vindo a alterar o seu âmbito de negócio para áreas adjacentes tentando acompanhar a mudança de paradigma que tem caracterizado a sociedade da informação. Neste novo modelo os operadores deixam de ser apenas fornecedores de conectividade tradicionais (telefonia e Internet) e procuram posicionar-se como fornecedores de serviços diferenciadores, como por exemplo serviços IPTV, M2M e de *Cloud*. Dado serem os operadores da infraestrutura de rede até ao *last-mile*, os operadores têm uma vantagem substancial face ao seus competidores diretos na área de fornecimento de serviços — têm as ferramentas necessárias para garantir que os serviços podem ser entregues ao cliente final, móvel ou fixo, com a qualidade de serviço/experiência necessária. Este é uma das principais ferramentas que os operadores podem e devem utilizar para ocuparem um espaço relevante na entrega de serviços e combaterem os *Over The Top* (OTT) *players*.

No que diz respeito à área de *Cloud Computing* em particular, os operadores podem posicionar-se como i) fornecedores de serviços *Cloud* através de infraestruturas próprias e/ou como ii) fornecedores de conectividade integrada entre infraestruturas *Cloud* de terceiros e o cliente final. Assim, a abordagem mais adequada para gerir recursos de telecomunicações e de *Cloud Computing* é através da utilização de procedimentos comuns e integrados, permitindo, entre outras, as seguintes vantagens:

i) Rentabilizar a infraestrutura e os processos já instalados através da utilização de plataformas comuns para efetuar a gestão operacional e de negócio;
ii) Otimizar a entrega de serviços de *Cloud Computing* integrados com ofertas de telecomunicações, permitindo uma oferta convergente de serviços *Cloud* e *Telco*;
iii) Potenciar o desenvolvimento de soluções integradas e convergentes para gestão de *Cloud Computing* e telecomunicações, evitando a criação de silos verticais e independentes.

Para a realização de um processo de gestão integrado *Cloud* e *Telco*, os sistemas de suporte às operações (OSS) e ao negócio (BSS) têm necessariamente que evoluir e passar a ser capazes de lidar com novos modelos de gestão das operações e de negócio, respetivamente. Conforme descrito nas secções 2 e 3, apesar dos recursos geridos numa plataforma de telecomunicações e numa plataforma *Cloud* serem diferentes, os processos de gestão associados aos mesmos é idêntico, podendo ser decompostos em dois processos principais:

i) **Provisão**: permite preparar a

infraestrutura para ser posteriormente utilizada para entregar serviços. Para recursos de telecomunicações, significa, por exemplo, entre outros, provisionar elementos da rede xDSL, MPLS e fibra óptica e também os elementos do serviço IPTV. Do ponto de vista dos recursos *Cloud*, significa a instanciação de recursos computacionais para serviços IaaS e a configuração de bases de dados e servidores aplicacionais para serviços PaaS. No âmbito da arquitetura TM Forum, esta fase é habitualmente designada como *Fulfillment*;
ii) **Supervisão**: permite monitorizar a gestão de desempenho da infraestrutura, verificar o cumprimento dos SLA contratados com os clientes e, se necessário, acionar os mecanismos para corrigir eventuais desvios. Para recursos de telecomunicações, significa, por exemplo, verificar e avaliar o desempenho das redes de acesso. Do ponto de vista dos recursos *Cloud*, significa verificar a ocupação dos recursos computacionais para serviços IaaS, e, por exemplo, ocupação das bases de dados e o tempo de resposta de uma aplicação para serviços PaaS. No âmbito da arquitetura TM Forum, esta fase é designada como *Assurance*.

Uma visão simplista da arquitetura proposta para a gestão integradas de recursos *Telco* e *Cloud* está ilustrada na Figura 9. Esta arquitetura baseia-se integralmente nos processos de gestão atualmente utilizados pelos operadores de telecomunicações para gerir recursos de telecomunicações, de acordo com o organismo de normalização TM Forum. Assim, a gestão de recursos *Cloud* assenta numa evolução do modelo já existente, evitando a definição de um novo modelo independente e por conseguinte a criação de um novo *silo*.

Os principais elementos que compõem a arquitetura de gestão integrada *Cloud* e *Telco* ilustrada na Figura 9 são os seguintes:

i) **Services & Resources Inventory Management**: responsável pela gestão de cadastro da rede e/ou da *Cloud*. Na arquitetura atual dos OSS, este elemento corresponde ao produto *Netwin* [10];
ii) **Services & Resources Order Management**: responsável pelo controlo de execução do pedido do cliente para a provisão dos serviços de *Cloud* e/ou de rede. Orquestra os vários elementos envolvidos no processo de provisão (cadastro, ativação, ...) até ao pedido do cliente estar terminado. Na arquitetura atual dos OSS, este elemento corresponde ao produto *Order Manager* (OM) [10];
iii) **Services & Resources Performance Management**: responsável pela gestão de desempenho e QoS das infraestruturas e serviços de *Cloud* e de rede. Disponibiliza um conjunto de métricas e indicadores para avaliação de desempenho e permite a gestão dos SLA contratados. Para a gestão de plataformas *Cloud* IaaS, este elemento é responsável por recolher informação sobre a utilização do CPU, RAM e disco para serviços IaaS. Para cenários *Cloud* PaaS, este componente monitoriza as aplicações em tempo real através de métricas de tempo de resposta, transações *web*, ocupação das bases de dados, etc. Na arquitetura atual dos OSS, este elemento corresponde aos produtos *Altaia* e *Alarm Manager* (AM) [10];
iv) **Services & Resources Activation Management** : responsável pela ativação de serviços e de mediação entre os OSS e as infraestruturas de *Cloud* e/ou rede para os processos de provisão e supervisão. Para o caso concreto de gestão de plataformas *Cloud*, deverá ser capaz de interagir com multi-plataformas PaaS e/ou IaaS, abstraindo os restantes componentes da família dos OSS das especificidades da *Cloud*. Na arquitetura atual dos OSS, este elemento corresponde ao produto *Network Activator* (NA) [10].

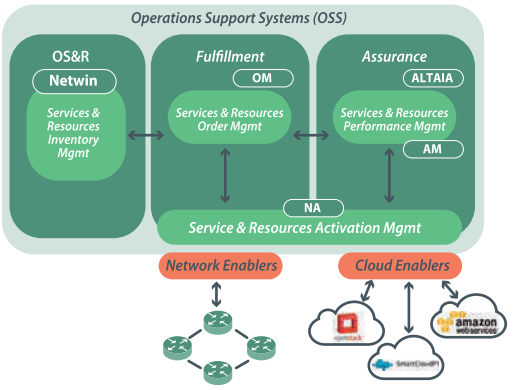


Figura 9 - Arquitetura dos OSS para recursos *Telco* e *Cloud*

5. RESULTADOS EXPERIMENTAIS PRELIMINARES

Neste capítulo descrevem-se brevemente dois casos de uso típicos de uma plataforma *Cloud* e respetivas concretizações nas plataformas *OpenStack* e *SmartCloudPT* através do produto *Network Activator* (NA), pertencente à suite de produtos NOSSIS. A Figura 10 ilustra a arquitetura do demonstrador utilizado. O produto NA foi alterado para integrar a mediação e ativação de serviços *Cloud* nas plataformas *OpenStack* e *SmartCloudPT* através das respetivas API. A interface *northbound* do NA está diretamente acessível através de um portal para interação com o utilizador.

RESULTADOS EXPERIMENTAIS PRELIMINARES

Os casos de uso considerados foram os seguintes:

i) **Aprovisionamento de Recursos**: acesso público a recursos computacionais na *Cloud*. Para tal o utilizador indica a plataforma que pretende utilizar (Figura 11), *OpenStack* ou *SmartCloudPT*. De seguida especifica a configuração de recursos que pretende aprovisionar nomeadamente memória, armazenamento e processador (Figura 12). O resultado final é a instanciação desses recursos e a sua disponibilização através de um IP púbico (Figura 12).
ii) **Armazenamento**: acesso a um sistema de armazenamento na *Cloud* que permita fazer *upload* e *download* de conteúdos. Esta interação é feita a alto nível tendo o utilizador somente de especificar a plataforma que pretende utilizar, *OpenStack* ou *SmartCloudPT*.

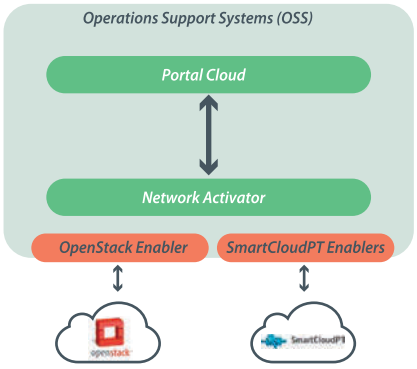


Figura 10 - Demonstrador para gestão de serviços *Cloud* IaaS



Figura 11 - Seleção de plataforma *Cloud*



Figura 12 - Criação de instância *Cloud* IaaS

CONCLUSÕES

Cloud Computing é um modelo de entrega de serviços de IT que, pelo espaço de mercado que demonstra ter, é mais uma oportunidade para os *Communication Service Providers* (*CSP*) alargarem o seu âmbito de atuação no universo da prestação de serviços, caminhando para se tornarem *Broad Service Providers* em lugar de provedores de serviços de conectividade.

É também uma oportunidade para a definição de novos modelos de negócio, que passem não só pela entrega isolada de serviços de telecomunicações ou de serviços de IT mas que passem sobretudo pela construção de ofertas e de modelos de comercialização de serviços que integrem e capitalizem as capacidades de telecomunicações e de serviços de IT.

Até à data os *CSP* não tiraram partido do controlo integrado das redes de telecomunicações, das plataformas de serviço "convencionais" e da *Cloud*. E não o fazendo não tiram partido de capacidades de entrega de serviço que nenhum ***Over The Top*** tem, o controlo dinâmico dos meios de comunicação que permitem aceder a serviços de TI oferecidos por ambientes ***Cloud*** ou quaisquer outros, nomeadamente

a capacidade de garantir meios de acesso seguros, robustos, com controlo explícito de qualidade de serviço e acima de tudo com a capacidade de fazer variar as condições de prestação de conectividade em função das características da oferta comercial e dos serviços de TI contratados.

A Portugal Telecom, no âmbito da iniciativa *SmartCloudPT*, aposta neste preciso momento na construção de uma oferta diversificada de ***Cloud Services***, já disponíveis para o mercado pessoal e empresarial. Contudo a abordagem é para já conservadora, apostando em ofertas que não tiram partidos do controlo dos ativos nucleares de um CSP, a rede e os seus elementos.

Acreditamos existir um espaço de mercado com relevo para o fornecimento de ofertas integradas de telecomunicações e de serviços de infraestrutura, consideramos que este deve ser o caminho de evolução do portefólio *SmartCloudPT* da Portugal Telecom e acreditamos que os resultados finais do projeto descrito por este artigo será uma forma de materializarmos esta realidade.

REFERÊNCIAS

[1] - Open Cloud Computing Interface Working Group, http://occi-wg.org/
[2] - Cloud Infrastructure Management Interface, http://dmtf.org/standards/cloud
[3] - Cloud Data Management Interface, http://www.snia.org/cdmi
[4] - Cloud Application Management for Platforms, http://www.cloudspecs.org/paas/
[5] - DeltaCloud project, http://deltacloud.apache.org/
[6] - Amazon Web Services, http://aws.amazon.com/
[7] - OpenStack, http://www.openstack.org/
[8] - Metro Ethernet Forum, "MEF Carrier Ethernet for Delivery of Private Cloud Services", Fevereiro 2012.
[9] - International Telecommunications Union Focus Group on Cloud Computing, http://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/cloud/Pages/default.aspx
[10] - Suite NOSSIS v2.0, Descrição Técnica do Produto, Dezembro 2011.

CV DOS AUTORES

Pedro Neves, Doutorado e Mestre em Engenharia Eletrónica, Telecomunicações e Informática pela Universidade de Aveiro em 2012 e 2006, respetivamente. Em 2003 tornou-se bolseiro de investigação do Instituto de Telecomunicações, onde trabalhou em projetos co-financiados pela Comissão Europeia na área de mobilidade e qualidade de serviço. Em Junho de 2006 iniciou atividade na PT Inovação na mesma área de trabalho. Desde 2010 que acumula também atividades de investigação na área de *Cloud Computing*. Participou em mais de 10 projetos de colaboração internacional, é co-autor de 6 livros internacionais e de mais de 30 artigos publicados em revistas e conferências internacionais.

Alexandre Laranjeira, licenciou-se em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro, em 2000. Em 2000 começou a trabalhar na PT Inovação, num projeto do IST sobre gestão de redes IP/WDM. Em 2001 integrou o grupo de gestão de soluções de rede Netb@nd, no qual foi responsável, entre 2005 e 2008, pela plataforma de estabelecimento automático de serviços. Desde 2009 é responsável pela divisão de Mediação e Ativação de Serviços, integrada na direção de Sistemas de Suporte às Operações da PT Inovação.

Mário Rui da Costa, licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro e pós-graduado em Tecnologias Aeroespaciais pelo Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI). Desempenhou funções na C.P.R. Marconi na área das telecomunicações via satélite e na gestão da rede de transporte. Desempenhou funções na PT Inovação na área de serviços de gestão de redes, na área das plataformas de rede inteligente e na área de consultoria tecnológica. Atualmente é o responsável pela Arquitetura Empresarial na PT Inovação, desempenhando funções na direção de Coordenação Tecnológica e Inovação Exploratória.

André Filipe Lopes Augusto, licenciatura e Mestrado em Engenharia de Computadores e Telemática pela Universidade de Aveiro, em 2005 e 2008, respetivamente. Ingressou na empresa Withus em 2005 onde realizou trabalhos no âmbito da Ativação de Serviços do SSO (Network Activator). Desde 2009 que integra a PT Inovação quase sempre ligado à área de sistemas e suporte às operações e é responsável pelo produto Network Discovery e Network QoS Collector, com papel de Gestor de configurações, Arquiteto de Sistema e Programador.

João Soares, M.Sc. Integrado em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2009. Iniciou a sua atividade profissional no Instituto de Telecomunicações, pólo de Aveiro, através de uma bolsa de investigação científica em Setembro do mesmo ano. Atualmente frequenta o programa doutoral em Engenharia Electrotécnica na Universidade de Aveiro, tendo em Outubro de 2010 obtido uma Bolsa de Doutoramento em Empresa cofinanciada pela FCT e pela PT Inovação como estagiário no departamento de Coordenação Tecnológica e Inovação Exploratória. É colaborador ativo do projeto SAIL – *Scalable and Adaptive Internet Solutions*, na componente de *Cloud Networking*. Os seus interesses contemplam mobilidade, gestão de redes e qualidade de serviço, bem como as temáticas da *cloud*: *cloud computing*, *mobile cloud computing* e *cloud networking*.

Nuno Pássaro graduou-se em 2007, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, na Licenciatura Engenharia Electrotécnica e de Computadores, especialização em telecomunicações. Um ano mais tarde, concluiu o Mestrado Integrado na mesma instituição. Em 2012, concluiu o curso *Masters of Software Engineering* pela *Carnegie Mellon University*. Desde de 2007, trabalha em projetos de investigação em áreas relacionadas com *Service Oriented Architecture, Content Distribution e Seamless Mobility*. Recentemente participa no projecto FP7 IoT.est, para a contrução de uma *framework* que permita integrar, através de uma abordagem SOA, serviços *Machine-to-Machine* testados automaticamente a partir de descrições semânticas. Para além disto, faz desenvolvimento de aplicações Web para monitorização e *reporting*. Faz parte da equipa do projeto transversal de Contextual Design na PT Inovação.

#

3G, 4G	*3rd generation, 4th generation*
3GPP	*3rd Generation Partnership Project*

A

A/V	*Audio/Video*
AAA	*Authentication, Authorization, Accounting*
ABAC	*Attribute Based Access Control*
ACL	*Access Control List*
ACM	*Active Campaign Manager*
ACS	*Auto Configuration Server*
AD	*Advertisement*
ADSL	*Asymmetric Digital Subscriber Line*
AEP	Automática Elétrica Portuguesa
AM	*Alarm Manager*
AMC	*Adaptation Modulation Coding*
ANC	Automática Nodal de Coordenadas
ANDSF	*Access Network Discovery and Selection Function*
AP	*Access Point*
API	*Application Programming Interface*
APN	*Access Point Name*
APT	*Anglo–Portuguese Telephone*
AS	*Application Server*
ATC	Automática Terminal de Coordenadas
ATM	*Automatic Teller Machine*
ATU	*Automática Terminal de Uni-seletores*
AWS	*Amazon Web Services*

B

BBForum	*Broadband Forum*
BBRAS	*Broadband Remote Access Server*
BD	Base de Dados
BDD	*Behaviour Driven Development*
BER	*Bit Error Rate*
BI	*Business Intelligence*
BO	*Backoffice*
BOSS	*Business & Operational Suppot System*
BS	*Base Station*
BSS	*Business Support System*

C

CAMP	*Cloud Application Management for Platforms*
CAPEX	*Capital Expenditure*
CD	*Chromatic Dispersion*
CDMA	*Code Division Multiple Access*
CDMI	*Cloud Data Management Interface*
CDR	*Call Detail Record*
CEP	*Complex Event Processing*
CET	Centro de Estudos de Telecomunicações
CIMI	*Cloud Infrastructure Management Interface*
CLI	*Command Line Interface*
CM	*Connection Manager*
CMA	*Constant Modulus Algorithm*
CO	*Central Office*
CoSE-MS	*Confliting SRLG Exclusion*
CPE	*Costumer Premises Equipment*
CPT	*Campaign Performance Tracking*
CPU	*Central Processing Unit*
CRM	*Customer Relationship Management*
CSG	*Closed Subscriber Group*
CSP	*Communication Service Providers*
CSS3	*Cascading Style Sheets, level 3*
CTT	Correios Telégrafos e Telefones
CWMP	*CPE WAN Management Protocol*

D

DA	*Delivery Adaptor*
DAC	*Discrete Access Control*
DCN	*Data Communication Network*
DETA	Deteção e Transferência de Alarmes
DHCP	*Dynamic Host Configuration Protocol*
DMTF	*Distributed Management Task Force*
DOM	*Document Object Model*
DSLAM	*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*
DSP	*Digital Signal Processing*

E

e2e	*end-to-end*
EAR	Ensaio Automático de Rotineiros
EARFCN	*E-UTRA Absolute Radio Frequency Channel Number*
EB	*Event Broker*
EC2	*Elastic Compute Cloud*
EDFA	*Erbium Doped Fiber Amplifier*
EE	*Enterprise Edition*
EH	*Event Handler*
ELD	Estação Local Digital
eNB	*evolved Node B*
EPC	*Evolved Packet Core*
ePDG	*evolved Packet Data Gateway*
ESSP	*Enterprise SMS Services Platform*
ETD	Estação de Trânsito Digital
ETH	*Ethernet*
eTOM	*enhanced Telecom Operations Map*
ETSI	*European Telecommunications Standards Institute*
eUTRA	*evolved UTRAN*
EVDO	*Evolution Data Only*
EVE	Equipamento de Vigilância e Ensaio

F

FEC	*Forward Error Correction*
FIR	*Finite Impulse Response*
FPGA	*Field Programmable Gate Array*
FSAN	*Full Service Access Network*
FTM	*Financial Transaction Management*
FTP	*File Transfer Protocol*
FTTH	*Fiber To The Home*

G

GECA	Grupo de Estudos de Comutação Automática
GERAN	*GSM EDGE Radio Access Network*
GIS	*Geographic Information System*
GMPLS	*Generalized Multiprotocol Label Switching*
GPON	*Gigabit PassiveOptical Network*
GPS	*Global Positioning System*
GSM	*Global System for Mobile Communications*

H

HDM	*Home Device Manager*
HDTV	*High Definition Television*
HeNB	*Home evolved Node B*
HGW	*Home Gateway*
HO	*Handover*
HSDPA	*High–Speed Downlink Packet Access*
HSPA	*High–Speed Packet Access*
HSS	*Home Subscriber Server*
HSUPA	*High-Speed Uplink Packet Access*
HTML	*Hypertext Markup Language*
HTTP	*Hypertext Transfer Protocol*
HTTPS	*Hypertext Transfer Protocol Secure*

I

IaaS	*Infrastructure-as-a-Service*
IAM	*Identity and Access Manager*
IDI	Investigação, Desenvolvimento e Inovação
IETF	*Internet Engineering Task Force*
IMS	*IP Multimedia Subsystems*
IMSH	*Iterative Modified Surballe's Heuristic*
IN	*Inteligent Network*
iOS	*iPhone Operating System*
IP	*Internet Protocol*
Ip-CDS	*Content Delivery Suite*
ITU	*International Telecommunications Union*
IUA	Interurbana Automática
IVR	*Interactive Voice response*

J

J2EE	*Java 2 Platform, Enterprise Edition*
JEE	*Java Platform, Enterprise Edition*
JMS	*Java Message Service*
JSON	*JavaScript Object Notation*

K

KPI	*Key Performance Indicator*
KQI	*key quality indicators*

L

LAC	*Location Area Codes*
LDAP	*Lightweight Directory Access Protocol*
LMS	*Least Mean Squares*
LSP	*Label Switching Path*
LTE	*Long Term Evolution*

M

MAC	*Media Access Control*
MAdServ	*Mobile Advertising Server*
MBUS	*Management Bus*
MEFF	*Metro Ethernet Forum*
MIMO	*Multiple-Input Multiple-Output*
MMS	*Multimedia Message Services*
MMS-C	*Multimedia Message Services Center*
MPEG	*Moving Picture Experts Group*
MPLS	*Multiprotocol Label Switching*
MPP	*Massive Parallel Processing*
MT	*Mobile Terminal*
MTC	*Machine Type Communications*
MTGC	Medidor de Tráfego de grande capacidade
MTPA	*Medidor de Tráfego Portátil Autónomo*
MTV	Departamento PTIN de Multimédia e Televisão Interativa e Convergente

N

NA	*Network Activator*
NA- AD	*Activation & Diagnostics*
NA-EM	*Network Activator-Event Management*
NA-SDK	*Network Activator Software Development Kit*
NFC	*Near Field Communication*
NGIN	*Next Generation Intelligent Network*
NG-PON	*New Generation Passive Optical Network*
NMS	*Network Management System*
NoSQL	*Not only SQL*
NOSSIS®	*Network Operations Support Systems Integrated Solutions*
NON	*Non-deterministic Polynomial time*
NZDSF	*Non-Zero Dispersion-Shifted Fiber*

O

OASIS	*Organization for the Advancement of Structured Information Standards*
OCCI	*Open Cloud Computing Interface*
OCR	*Optical Character Recognition*
OD	*Open Display (Plataforma do SAPO de anúncios)*
ODN	*Optical Distribution Network*
OFDM	*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*
OGF	*Open Grid Forum*
OLT	*Optical line termination*
OM	*Order Manager*
OMC	*Operation and Management Center*
ONT	*Optical Network Terminal*
ONU/ONT	*Optical Network Units*
OPEX	*Operational Expenditure*
OS&R	*Operational Support & Readiness*
OSCAR	Observação de Serviço Centralizado de Apoio à Rede
OSGi	*Open Services Gateway Initiative*
OSPF-TE	*Open Shortest Path First - Traffic Engineering*
OSS	*Operations Support Systems*
OTT	*Over The Top*

P

PaaS	*Platform as a Service*
PAP	*Policy Administration Point*
PBAC	*Policy Based Access Control*
PCRF	*Policy and Charging Rules Function*
PDP	*Packet Data Protocol*
PDP	*Policy Decision Point*
PEP	*Policy Enforcement Point*
P-GW	*Packet Data Gateway*
PIN	*Personal Identification Number*
PIP	*Policy Information Point*
PKI	*Public Key Infrastructure*
PL	*Path Loss*
PLI	Programação Linear Inteira
PLL	*Phase-Locked Loop*
PM	*Performance Manager*
PMD	*Polarization Mode Dispersion*
PMP	*Policy Monitoring Point*
PM-QPSK	*Polarization-Multiplexed QPSK*
PON	*Passive Optical Network*
PPP	*Point to Point Protocol*
PRM	*Partner Relationship Management*
PSTN	*Public Switched Telephone Network*

Q

QoE	*Quality of Experience*
QoS	*Quality of Service*
QPSK	*Quadrature Phase–Shift Keying*
QR Code	*Quick Response Code*

R

RAdAC	*Risk Adaptable Access Control*
RADIUS	*Remote Access Dial-In User Server*
RAM	*Random Access Memory*
RBAC	*Role Based Access Control*
RDIS	Rede Digital com Integração de Serviços
REST	*Representational State Transfer*
RF	Radiofrequência
RFS	*Ready for Service*
RLS	*Recursive least squares*
RNP	*Radio Network Planning*
ROI	*Return of Investment*
RPC	*Remote Procedure Call*
RPM	*Resource Performance Management*
RSRP	*Reference Signal Received Power*
RSRQ	*Reference Signal Received Quality*
RSVP–TE	*Resource Reservation Protocol - Traffic Engineering*

S

S3	*Simple Storage Service*
SaaS	*Software as a Service*
SASC	Sistema Automático com Seletores de Coordenadas
SCE	*Service Creation Environment*
SDSS	*Service Delivery Support Services*
SE	*Standard* Elétrica
SGC	*Session Controller Gateway*
SIM	*Subscriber Identification Module*
SINR	*Signal to Interference plus Noise Ratio*
SLA	*Service Level Agreement*
SMS	*Short Messages Service*
SMS–C	*Short Message Service Center*
SNIA	*Storage Networking Industry Association*
SNR	*Signal to Noise Ratio*
SOA	*Service Oriented Architecture*
SOAP	*Simple Object Access Protocol*
SotA	*State of the Art*
SQL	*Structured Query Language*
SQM	*Service Quality Management*
SRA	*Services and Resources Activator*
SRC	*Services and Resources Catalogues*
SRF	*Specialized Resource Function*
SRLG	*Shared Risk Link Group*
SSH	*Secure Shell*

SSID *Service Set Identifier*
STB *Set Top Box*
SVA Serviços de Valor Acrescentado
SVG *Scalable Vector Graphics*

T

TAC *Tracking Area Code*
TAM *Telecom Application Map*
TCO *Total Cost of Ownership*
TDM PON *Time Division Multiplexing Passive Optical Network*
TESLA Testes de Linha de Assinante
TI Tecnologias da Informação
TWDM-PON *Time and Wavelength Division Multiplexing Passive Optical Network*

U

UDWDM *Ultra Dense Wavelength Division Multiplexing*
UMTS *Universal Mobile Telecommunications System*
URA Unidade de Resposta Automática
URL *Uniform Resource Locator*
USSD *Unstructured Supplementary Service Data*
UTRAN *UMTS Terrestrial Radio Access Network*

V

VoIP *Voice over IP*
VPN *Virtual Private Network*
VTS *Voucher Trading System*

W

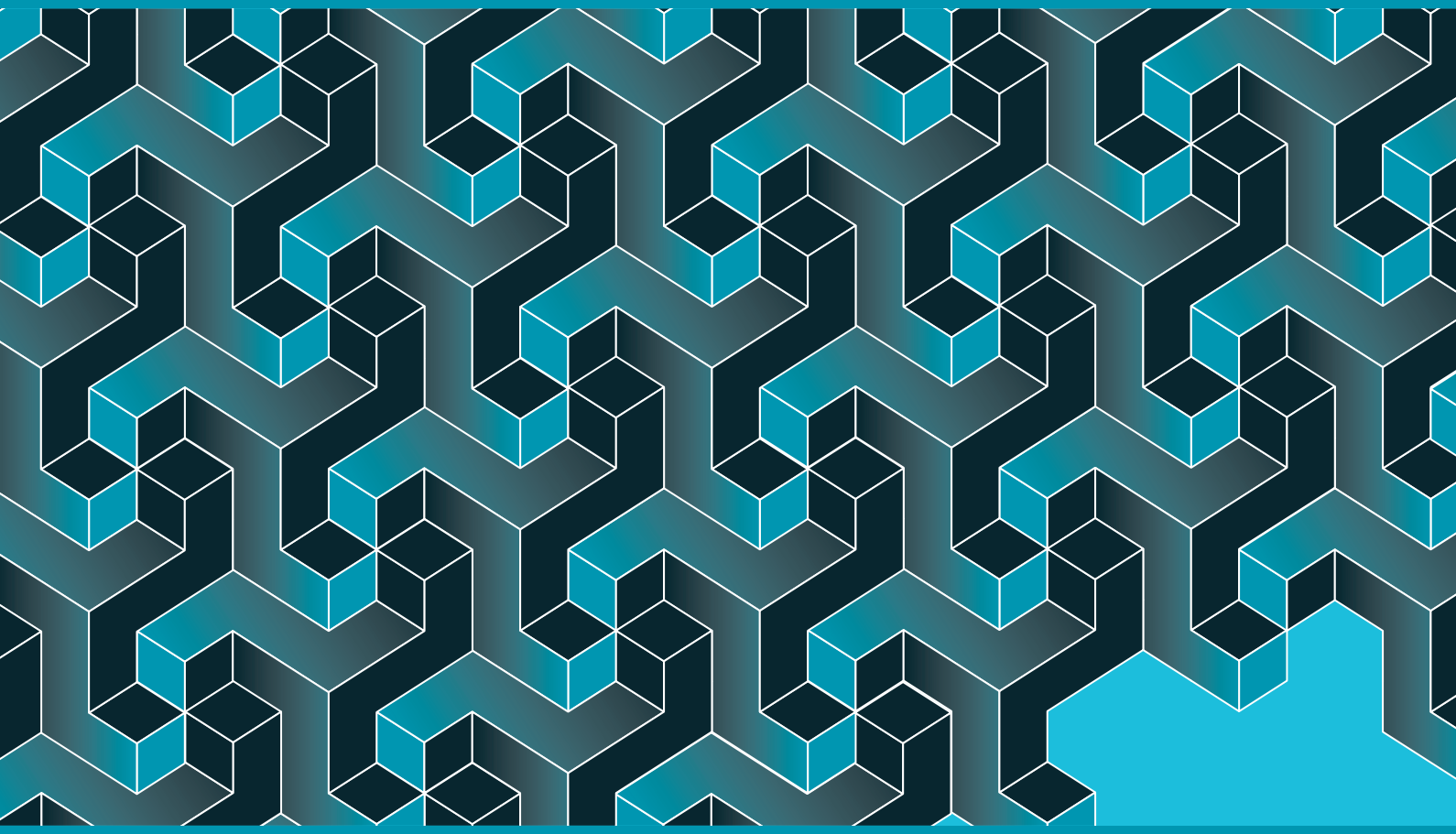
W3C *World Wide Web Consortium*
WAP *Wireless Application Protocol*
WDM *Wavelength Division Multiplexing*
WebGL *Web Graphics Library*
WebRTC *Web Real Time Communications*
WHATWG *Web Hypertext Application Technology Working Group*
WHERE2 *Wireless Hybrid Enhanced Mobile Radio Estimators*
Wi-Fi *Wireless Fidelity*
WiMAX *Worldwide Interoperability for Microwave Access*
W–LAN *Wireless Local Area Network*
WP *WAP Push*
WS *Web Service*
WSSO *Web Single Sign On*
WWW *World Wide Web*
WZG *Wireless Zone Gateway*

X

XACL *XML Access Control Language*
XACML *eXtensible Access Control Markup Language*
XAF *eXtensible Architecture Framework*
xDSL *Digital Subscriber Line*
XGPON *10 Gigabit Passive Optical Network*
XHTML *Extensible Hypertext Markup Language*
XLST *EXtensible Stylesheet Language*
XML *Extensible Markup Language*

Z

ZAP *Zone Access Point*



Portugal Telecom Inovação, SA
Rua Eng. José Ferreira Pinto Basto . 3810-106 **Aveiro - PORTUGAL**
T.: +351 234 403 200 . **F.:** +351 234 424 723