

# Saber & Fazer

## Telecomunicações

Web 2.0, IPTV, Telemedicina, Sociedade da informação, Mobile TV, Shípnét®, IMS, Application server, Service enablers, Context-Awareness, Gestão de identidades, Redes convergentes, Multicast, Redes de acesso heterogéneas, IEEE 802.21, Mobilidade transparente, DVB-H, Network activator, Autonomic networks, SOA, BPEL, Virtualização de redes, MBMS, SAE, LTE, PBT, T-MPLS, Avaliação de projectos, Métricas, Formação.

**Título**

Saber & Fazer Telecomunicações  
Revista Técnica da PT Inovação

**Edição**

PT Inovação 2008

**Design**

[www.dreamlab.pt](http://www.dreamlab.pt)

**Impressão**

Litografia Coimbra, S.A.

**Tiragem**

1 000 exemplares  
ISSN 1645-8710  
Depósito Legal 251344/06

## apresentação

**Alcino Lavrador**

Presidente da Comissão Executiva da  
PT Inovação



A difusão do conhecimento adquirido é um dos compromissos que a PT Inovação tem mantido com os seus *stakeholders*, sendo a revista Saber&Fazer um dos mecanismos utilizados para esse fim.

Muito desse conhecimento é obtido e criado na participação em projectos de experimentação tecnológica, em desenvolvimento de produtos e também na experiência obtida em casos reais de utilização.

Uma das características diferenciadoras da PT Inovação é a co-existência de uma grande diversidade de áreas de trabalho num mesmo Campus, resultando na identificação de áreas de intersecção potenciando a inovação de elevado valor.

Este número da revista Saber & Fazer espelha essa diversidade, contendo artigos nas áreas de plataformas de serviço, sistemas de suporte às operações, evolução de redes, tecnologias de televisão e vídeo, Internet do futuro e Web2.0, formação, telemedicina e ferramen-

tas de apoio à gestão. O conteúdo reflecte o momento que se vive hoje numa sociedade com cada vez mais necessidade de estar sempre ligado, com acesso imediato a informação suportada na mobilidade e convergência com sobreposição de tecnologias, intersecção das plataformas de internet e televisão, tudo num ritmo cada vez mais tempo-real, impondo aplicações de gestão e aprovisionamento flexíveis e de alto desempenho, plataformas de serviço convergentes em redes de alto débito para o suporte de serviços ubíquos orientados ao negócio, à saúde, ao lazer e segurança.

A todos aqueles que tornaram possível a edição de mais este número da revista, principalmente os autores dos artigos, o nosso agradecido reconhecimento.

## nota editorial

Marcelino Pousa



O lançamento do sexto número da "Saber e Fazer Telecomunicações" representa para nós a consolidação de um projecto de difusão de conhecimento da PT Inovação para os seus *stakeholders*, através de uma revista de Telecomunicações em português, que nos permita dar a conhecer os desenvolvimentos tecnológicos relevantes nesta área, bem como o que se faz no grupo PT. Nesse sentido, este número apresenta um conjunto de artigos com participação de colegas e de parceiros que, em conjunto com a PT Inovação, trabalham na procura de melhores soluções para o grupo.

À semelhança dos números anteriores, incluem-se artigos sobre temas diversos, mantendo a opção, definida desde o primeiro número, de ir ao encontro de uma parte significativa da população que desenvolve a sua actividade profissional no sector das telecomunicações. Nesse sentido, enquanto que alguns dos artigos apresentam uma complexidade técnica significativa, outros são acessíveis a um grupo mais alargado de leitores. Neste número, os artigos foram agrupados em 6 secções.

O conjunto de artigos sobre **Aplicações e Serviços** apresenta os resultados de projectos como a recomendação de conteúdos, uma abordagem Web 2.0, a aplicação da Telemedicina ao Serviço da Pediatria, um caso em Angola, e um serviço da acção social da Fundação PT e da PT Inovação, PT Teleaula.

A passagem para os novos modelos de arquitecturas de rede e consequente alteração na disponibilização de serviços é tratada na área de **Desenvolvimento de Serviços** com seis artigos, que vão desde a apresentação de plataformas de desenvolvimento de serviços móveis, a plataformas de fornecimento de serviços, sistemas orquestração de serviços, sistemas de filtragem de conteúdos em e-

-mail, e novos paradigmas de serviços

A crescente integração de redes e serviços coloca questões de **Controlo sobre a Rede**, que exigem novas abordagens, que permitam não só a convivência de serviços, como também a procura de mobilidade desses serviços. Nesta secção são apresentados artigos de controlo de acesso, soluções de mobilidade e *MobileTV*.

Os operadores continuam a investir nas plataformas e aplicações de **Gestão de Redes e Serviços**, como um meio fundamental de dar resposta à necessidade de otimizar processos e monitorar permanentemente a rede. Apresentam-se, nesta secção, três artigos, dois na área da gestão de redes e um na área da provisão.

O sector das telecomunicações apresenta um dinamismo impar na indústria, o que obriga a uma constante procura de novas soluções; a revista apresenta uma secção sobre **Evolução e Desafios**, que pretende alargar horizontes, com um artigo sobre Internet de futuro, dois artigos sobre redes móveis e um sobre novas tecnologias de rede de acesso.

Por último, a a secção caracterizada por artigos com foco na **Inovação de Processos**, aspecto crítico na eficiência de funcionamento das organizações, com um artigo sobre a avaliação de projectos de Inovação, um artigo sobre métricas em desenvolvimento de *software*, e um artigo sobre o processo de concepção de formação no âmbito do projecto ATENA.

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

## Índice

8	Recomendação de Conteúdos: uma Abordagem Web 2.0
15	A Telemedicina ao Serviço da Pediatria
23	PT Teleaula Um Serviço da Acção Social da Fundação PT e da PT Inovação
28	Introdução às Plataformas de Desenvolvimento em Ambientes Móveis
36	Shipnet <sup>®</sup> Service Delivery Framework (SDF)
45	Plataforma ip-Jib <sup>®</sup> : Shipnet <sup>®</sup> SIP/IMS Application Server
52	Exemplo Comercial de uma Solução de Controlo de Serviços de Dados
59	UPCASE ( <i>User Programmable Context-Aware Services</i> )
65	Filtragem de Conteúdos de E-mail <i>Open-source</i>
72	Gestão de Identidade e Privacidade em Redes Convergentes: Uma Análise de Potencial
79	Gestão de Sessões <i>Multicast</i> sobre Redes de Acesso Heterogéneas
87	Optimização dos Mecanismos de Mobilidade em Redes de Próxima Geração
94	DVB-H, DVB-SH e DVB-IPDC: Tecnologias DVB para o <i>Mobile TV</i>
101	Recolha de Desempenho de Equipamentos de Rede no Âmbito do <i>cluster NetB@nd</i>
106	Gestão Autónoma em Redes de Próxima Geração
111	Agilização dos Processos de Provisão
117	O Impasse da Internet
123	Arquitectura IMS e MBMS Integrada
130	A Evolução da 3ª Geração Móvel, a Visão do 3GPP
137	Evolução de Tecnologias de Transporte em Redes de Agregação/Metro
144	AVALORE Avaliação e Acompanhamento de Projectos de Desenvolvimento de Novas Tecnologias
152	Pontos de Função e sua Aplicação na PT Inovação
158	Os Desafios à Formação do Projecto ATENA
164	Siglas & Acrónimos

# 01

## Recomendação de Conteúdos: uma Abordagem Web 2.0

palavras-chave:  
Web 2.0, redes sociais, *long tail*  
conteúdos, recomendação,  
IPTV, MEO, SAPO Vídeos, PÉTALA



Paulo Reis Fausto de Carvalho



Hugo Dias Bernardo Cardoso



Norma Magalhães  
(Dreamlab)

Este artigo apresenta a Recomendação de Conteúdos Vídeo/TV com base em redes sociais, fazendo o seu enquadramento nos conceitos Web 2.0 e introduzindo algumas das características mais relevantes deste paradigma Internet: as noções de “*User-Generated Content*” e de “*Long Tail*”.

As questões associadas à Recomendação de Conteúdos são discutidas e concretizadas na abordagem em utilização no projecto PÉTALA, um protótipo para IPTV/ MEO que a PT Inovação está a desenvolver em articulação com o Laboratório SAPO na Universidade de Aveiro.

## 1. Introdução

Explorar, intervir, interagir, criar, personalizar. O internauta de hoje assume indiferenciadamente todos os papéis e exige ser, cada vez mais, o actor principal na sua interacção no espaço Web. O fluxo tradicional da Internet deixou de ser unidireccional, de armazenamento e recolha de informação, passando a ser bidireccional: o utilizador pesquisa e obtém, mas também gera, publica, altera e partilha.

Esta alteração marcante é actualmente associada ao conceito Web 2.0, termo introduzido em 2003 na sequência de uma sessão de *brainstorming* entre Tim O'Reilly e Dale Dougherty, em que constataram que existia uma florescente nova geração de serviços e comunidades baseadas na Web. A mudança de paradigma da Internet trouxe uma Web que evoluiu para plataforma global de serviços, com muito maior controlo do conteúdo por parte dos utilizadores e dotada de uma arquitectura claramente orientada para a participação. De facto, os serviços Web 2.0 aproveitam o efeito multipli-

cativo da rede para se tomarem tanto melhores quanto mais usados, tirando partido da inteligência colectiva para oferecer informação com mais qualidade, riqueza e diversidade.

Esta evolução da Internet tem tido um impacto crescente e significativo no modo como as pessoas pensam, aprendem, comunicam e colaboram, ao nível profissional e pessoal. Muito para além dos aspectos tecnológicos que lhe estão associados, a Web 2.0 potencia novas formas de publicação, partilha e organização da informação e do conhecimento, para além de ampliar os espaços de interacção entre os participantes no processo. Tecnologias como AJAX, RSS e os microformatos Web 2.0 são afinal ingredientes e ferramentas para novas estratégias, processos e modelos de negócio.

Este artigo enquadra uma área onde o potencial social da Web 2.0 traz valor acrescentado tangível para uma área classicamente disjunta da própria Internet: a Recomendação de Conteúdos Vídeo/TV baseada na opinião colectiva de redes de pes-

soas afins, redes sociais onde o utilizador se insere.

Com forte tradição no domínio dos desenvolvimentos para IPTV/MEO, a PT Inovação tem vindo a investir na criação de capital intelectual nesta área de conhecimento e está actualmente a desenvolver um protótipo deste sistema de recomendações através do projecto PÉTALA, em articulação com a actividade do Laboratório SAPO na Universidade de Aveiro.

## 2. Criação informal de conteúdo

### 2.1. Blogs e Redes Sociais

Actualmente o *blog*, inicialmente denominado Weblog (“*Web log*”), é a forma mais popular de publicação pessoal na Internet. Diariamente, milhões de pessoas por todo o mundo publicam pequenos artigos multimédia (*posts*) partilhando informalmente vivências, anseios, imagens, notícias, opiniões, assuntos profissionais, conhecimentos, normalmente permitindo que outros utilizadores deixem comentários e dando assim origem a sequências de mensagens temáticas (*threads*).

As ferramentas disponíveis para a criação e manutenção de *blogs*, através de um vulgar *browser* Internet, são muitas e de fácil utilização, não exigindo conhecimentos técnicos de grande profundidade. Essa é certamente uma das razões da sua elevada popularidade e a sua utilização por pessoas de todos os sectores de actividade acaba por ainda contribuir mais para a sua divulgação — o efeito multiplicador.

A necessidade de automatizar a pesquisa de actualizações (*posts* e comentários) em *blogs* levou à criação de um mecanismo designado por *Really Simple Syndication* (RSS), através do qual é efectuado o *download* de todos os novos conteúdos a partir dos sítios subscritos. Apesar de “mesmo simples”, o RSS é de facto um poderoso protocolo que possibilitou a criação de teias de *blogs*, organizadas por miríades de assuntos e tópicos, numa verdadeira versão *peer-to-peer* da antiga — e tão popular Usenet (*news*).

A utilização do *software* dito social está igualmente em alta. Há inúmeros serviços na Web que facilitam o contacto entre pessoas e o estabelecimento de redes com base nas relações interpessoais (os amigos dos meus amigos), tanto ao nível pessoal como profissional: SAPO Spot, Orkut, Friendster, Facebook, Hi5, LinkedIn e MySpace são apenas alguns exemplos entre os mais populares.

A dinâmica destas redes sociais assenta fortemente em mecanismos associados à reputação e popularidade de cada indivíduo no seio da rede a que pertence, gerando consequentemente conteúdo informal abundante em torno de tendências e opiniões relativas a interesses partilhados pelas comunidades, logo relevante para a temática da Recomendação de Conteúdos endereçada neste artigo.

Em alternativa às rígidas taxonomias clássicas, a classificação dos con-

teúdos é normalmente feita recorrendo a *tags*, palavras-chave a partir das quais é possível organizar informalmente, com base na semelhança tal como é percebida pelo próprio utilizador/produzidor.

As redes sociais estão de facto a ter um impacto cada vez mais significativo na sociedade actual, esbatendo-se as fronteiras entre consumidores e produtores de conteúdo, ócio e trabalho. Mais do que a simples comunicação ou o acto de visitar uma página Web, hoje é natural gerar-se conteúdo a cada momento, seja informalmente em *posts* ou comentários de *blogs*, ou mais formalmente em artigos de *wikis* (informação temática estruturada, de edição colaborativa), consolidando comunidades fortes congregadas à volta de interesses comuns que extravasam os limites geográficos, alimentando uma gigantesca rede de comunicação global interactiva e participativa que está a redefinir o modo como criamos, trabalhamos, colaboramos e vivemos.

### 2.2. *User-Generated Content*

Por oposição ao conteúdo criado por produtores profissionais especializados, o termo *User-Generated Content* (Conteúdo Gerado pelo Utilizador) refere-se a todo o conteúdo, seja uma mera visualização ou comentário numa página Web, um *post*, uma fotografia ou até um *clip* de vídeo, gerado por alguém que se insere no grupo dos utilizadores finais e não no dos produtores. O conceito endereça assim o esbater da fronteira entre o produtor e o consumidor, que faz desaparecer o cariz unidireccional tão característico dos *media* mais tradicionais, dando lugar a um espaço comum onde os intervenientes consomem e produzem conteúdo, constroem colaborativamente e se aproximam de um modelo mais democrático dos *media* [1].

Apesar de não ser novo, este fenómeno ganhou especial notoriedade

nos últimos anos, impulsionado pela consolidação da arquitectura participativa da Web 2.0. Segundo a Alexa (companhia de análise de tráfego na Web), uma significativa fatia do tráfego gerado actualmente na Internet (15% dos *page views* diários [2]) está relacionada com aplicações centradas ou, pelo menos, potenciadas por *User-Generated Content*, não sendo por isso de estranhar o emergir de novos modelos de negócio em domínios onde tradicionalmente apenas existia conteúdo com origem em produtores especializados.

É o que se passa no caso do IPTV, em que conteúdo gerado pelos utilizadores pode enriquecer as actuais ofertas comerciais, criando diferenciação e vantagens competitivas. Esta oportunidade é particularmente interessante no caso dos conteúdos audiovisuais, através de serviços que explorem o vídeo no seu *habitat* natural — a televisão. No contexto do evento SAPO Codebits 2007, a PT Inovação apresentou uma aplicação “prova de conceito” da exequibilidade de um serviço de partilha de vídeos, similar ao popular YouTube, num cenário de televisão interactiva. A aplicação MEO Vídeos consiste num *frontend* adaptado para as especificidades do meio televisivo (maior distância de visualização, *input* menos flexível com o controlo remoto, etc.), onde o utilizador pode explorar os *clips* de vídeo do portal SAPO Vídeos utilizando uma *Set-Top Box* e *middleware* em tudo semelhantes ao serviço comercial MEO.

### 2.3. A importância do *Long Tail*

A lógica do conteúdo gerado por utilizadores está associada a um fenómeno interessante que possibilita a introdução de modelos de negócio sustentáveis onde, à partida, parecia não haver oportunidades a explorar.

O *Long Tail* (cauda longa) está associado à procura reduzida para um

conjunto elevado de produtos de nicho, por oposição à procura elevada para um conjunto pequeno de produtos *mainstream* (*Short Head*). Apesar do seu baixo valor, constata-se que o conjunto dos (muitos) produtos que existem na zona da “cauda longa” tem um valor comercial equivalente aos (poucos) produtos mais populares. Este facto é particularmente interessante para conteúdos *online*, pois a oferta pode ser praticamente ilimitada uma vez que os custos de armazenamento e distribuição são extremamente baixos [3].

Os consumidores, que anteriormente tinham acesso a um número reduzido de conteúdos, passaram a ter uma variedade muito alargada de novas opções e, consequentemente, experimentam mais e acabam por consumir produtos que até então desconheciam, alterando assim os tradicionais padrões de consumo. O que antes constituía um mercado ignorado pelos fornecedores, passou agora a ser economicamente atractivo e diferenciador.

A abundância de produtos e de nichos de mercado torna mais complexa a pesquisa e releva a importância da Recomendação enquanto forma de facilitar e tornar expedita a opção certa. Em que opiniões confiamos? Que recomendações vamos aceitar? Claramente vamos procurar o que pensam os indivíduos com melhor reputação, com opiniões mais conceituadas. As redes sociais vão assim fornecer as recomendações que servem como atalhos no emaranhado de informações e que incentivam os utilizadores a experimentar produtos até então desconhecidos — eis de novo o efeito multiplicador Web 2.0.

### 3. Recomendação de Conteúdos

Os intensos fluxos de informação a que estamos expostos diariamente, fruto da digitalização de conteúdos, do aumento dos canais de comunicação e da ubiquidade nas formas

de acesso, faz com que estejamos cada vez mais expostos a um fenómeno que dá pelo nome de “*Information Overload*”. Este fenómeno, que se define por estarmos expostos a mais informação do que aquela que poderíamos facilmente assimilar, ainda que associado a algo inequivocamente positivo como a democratização e facilidade de acesso à informação, levanta algumas questões problemáticas:

- > A informação é fidedigna? É imparcial?
- > Como a poderemos filtrar? Como poderei aceder à informação que me interessa em particular?
- > Como reagir perante informações contraditórias?
- > Em suma, como adequar a dimensão quase infinita (conteúdos) à dimensão parca e limitada, o nosso tempo disponível?

Esta última questão faz com que as metodologias de acesso aos conteúdos sejam uma temática extremamente debatida actualmente. Particularmente no caso da Web, surge a necessidade de explorar metodologias de acesso mais inteligentes, adequadas ao que o utilizador deseja e procura, em suma, mais personalizadas. Paralelamente, também faz algum sentido que essas metodologias actuem como pontos de contacto entre o utilizador e a informação “desconhecida” que poderá ser do seu interesse.

Uma destas metodologias de filtragem de informação é precisamente a Recomendação de Conteúdos: utilizando dados fornecidos implicita ou explicitamente pelo utilizador (p.ex. avaliar positivamente um livro ou filme vs. simplesmente consultar informações sobre o mesmo), um sistema tratará de fornecer / recomendar ao utilizador uma série de itens que potencialmente serão do seu interesse. Esses itens são infe-

ridos através de comparações entre as características do utilizador — o seu perfil, definido através da informação obtida — e, tipicamente, as características dos itens/ conteúdos.

A Amazon destaca-se como um dos exemplos mais emblemáticos de operacionalização de um sistema de recomendação de conteúdos com elevado sucesso. Existe desde 1994, tendo-se estabelecido como uma loja de livros *online*. Hoje em dia a Amazon regista uma média de 615 milhões de visitantes por ano e comercializa um espectro muito mais largo de produtos, desde roupa a electrónica de consumo [4]. O seu sistema de recomendações, muitas vezes citado em literatura relativa à filtragem de informação e recomendação de conteúdos, marca presença na experiência de qualquer utilizador da sua loja *online*. De facto, desde a página principal até aos detalhes de um produto em particular, a Amazon destaca itens que poderão suscitar interesse ao utilizador. Esses itens são mostrados com vários contextos, consoante a secção do *site*, podendo ser citados os seguintes exemplos:

- > Recomendação de itens consoante o histórico de compras / avaliações do utilizador (“*Top Picks for You*”);
- > Recomendação de itens consoante o item que está a ser consultado (“*Customers Who Bought This Item Also Bought*”);
- > Recomendação de itens que poderão complementar o item que está a ser consultado / adquirido (“*Frequently Bought Together*”);
- > Recomendação de itens que normalmente são adquiridos pelos utilizadores após consultarem o item que está a ser consultado (“*What Do Customers Buy After Viewing This Item?*”).

Outro exemplo clássico da recomendação de conteúdos é o sistema Cinematch da Netflix. A Netflix, existente desde 1997, é uma empresa de aluguer de DVD *online*: os seus cerca de 8 milhões de clientes registados acedem a uma base de dados de 100 000 títulos e solicitam a entrega, em sua casa e por correio, do conteúdo escolhido. Este conteúdo poderá ser mantido em casa do cliente por um período de tempo mais alargado que o dos videoclubes tradicionais, devendo o cliente devolvê-lo à Netflix através de um envelope de retorno já incluído no aluguer. O sistema de recomendações da Netflix (Cinematch) funciona como uma secção do *site* onde o utilizador aluga os conteúdos. O utilizador começa por escolher os seus géneros favoritos e vai construindo o seu perfil, alimentando o sistema à medida que avalia (de uma a cinco estrelas) os conteúdos que conhece e vê. Essa secção tem o nome de “*Movies You // Love*” e, actualmente, é utilizada por 60% dos utilizadores na escolha dos conteúdos a alugar [5].

### 3.1. Abordagens à filtragem de informação

A Recomendação de Conteúdos implica que, através de informação conhecida (o perfil do utilizador e uma série de itens), se obtenha informação previamente desconhecida (itens que potencialmente serão do seu interesse). Os sistemas responsáveis por este tipo de processo são essencialmente sistemas de filtragem de informação, cuja finalidade é filtrar os resultados relevantes, partindo de um catálogo extenso de itens e tendo em conta o perfil do utilizador. Este processo de acrescentar informação que não existia previamente, através de métodos lógicos e dedutivos, é denominado Inferência e, no caso particular da recomendação de conteúdos, pode ser abordado através de duas perspectivas bastante diferentes: a filtragem colaborativa e a filtragem baseada em conteúdo.

A filtragem colaborativa define-se por ser uma abordagem “social” à recomendação de conteúdos. O sistema avalia a similaridade entre utilizadores — quer através de um perfil/interesses, quer através de um histórico de interesse em itens específicos — e recomenda a um dado utilizador A os conteúdos preferidos pelo utilizador similar B.

Por sua vez, a filtragem baseada em conteúdo é uma abordagem mais centrada no perfil do utilizador e nos itens que este já definiu como interessantes (através de *ratings*, aquisições ou comentários). É uma aproximação que necessita de taxonomias e de um esforço adicional para classificar os itens [6].

Podemos referir os exemplos de duas plataformas de recomendação de música actuais, cada uma com a sua perspectiva sobre a recomendação de conteúdos: Last.fm, sistema social de recomendação de conteúdos, com uma abordagem assente na filtragem colaborativa, e Pandora, sistema de recomendação mais baseado nos conteúdos propriamente ditos e nas suas características.

O serviço Last.fm baseia as suas recomendações na informação que obtém dos seus utilizadores, enquanto o serviço Pandora, ainda que necessite de algum *input*, é muito mais centrado nas características mais ou menos concretas dos itens (as músicas catalogadas no sistema). Esta diferença na abordagem faz com que a origem das recomendações seja bastante divergente: de um dos lados temos uma série de itens catalogados por profissionais, do outro temos essencialmente a mesma série de itens, mas relacionada em proximidade pelos hábitos de consumo dos seus utilizadores. Estas formas distintas de obter a informação necessária para filtrar os itens resultam em vantagens e desvantagens para cada uma das abordagens à filtragem de informação:

> A filtragem colaborativa ganha no facto de não necessitar do esforço/custo de catalogação de itens, pois o *feedback* implícito e explícito dos utilizadores é suficiente. Por oposição, os sistemas baseados na caracterização do conteúdo necessitam de algoritmos ou entidades que sistematizem os itens do seu catálogo;

> Por depender do *feedback* dos utilizadores, a classificação de itens novos de um sistema baseado em filtragem colaborativa é mais difícil. Neste aspecto particular, dado que a metodologia de recolha de informação é mais independente dos utilizadores e da informação por eles fornecida, os sistemas baseados em conteúdo conseguem mais facilmente ser “iniciados” e classificar novos itens;

> A filtragem baseada em conteúdos é demasiado “especializada”, i.e. as recomendações tendem a ser mais “previsíveis” e com pouca variação. Contrariamente, nos sistemas mais sociais é expectável um certo efeito “surpresa”. No caso particular dos sistemas de recomendação de música baseados em conteúdo, é provável que o utilizador fique “preso” a um determinado círculo de artistas (dada a sua proximidade na taxonomia predefinida pelo sistema). Num serviço como o Last.fm, é normal (e acontece de forma muito frequente) que um determinado artista A (bastante diferente de B) seja recomendado a um utilizador que goste do artista B — dada a independência do sistema em relação à proximidade taxonómica.

### 4. Protótipo PÉTALA

A proliferação e a abundância de canais e de conteúdos televisivos difundidos torna oportuna a oferta ao utilizador final de sistemas que o ajudem a mais facilmente identificar os conteúdos que serão potencialmente do seu interesse. Com base

nas características tecnológicas associadas à televisão interactiva (nomeadamente os EPG — guias electrónicos de programação) e aproveitando a actual dinâmica em torno dos conceitos Web 2.0, a PT Inovação idealizou um sistema de recomendação de conteúdos televisivos baseado em filtragem colaborativa, cujo protótipo está a ser criado no âmbito do projecto PÉTALA.

Neste protótipo estabelece-se assim uma ponte entre a recomendação de conteúdos baseada em redes sociais, marcadamente Web 2.0, e o ambiente TV, exemplo paradigmático da distribuição clássica produtor-consumidor, no sentido da obtenção de uma vantagem clara, com adição de valor tangível e facilmente perceptível pelo utilizador final.

O protótipo PÉTALA apresenta um sistema de recomendação idealizado para explorar as vantagens dos mais recentes desenvolvimentos tecnológicos (IPTV/MEO) e da receptividade do próprio utilizador a novas metodologias/fontes de comunicação. É um sistema arquitetado em termos de interacção para o ambiente típico de TV:

- > o *output* do sistema é integrado no EPG/Guia de Programação;
- > o *output* é de consulta fácil e imediata (a título de exemplo, uma metáfora “*thumbs up/thumbs down*” associada aos conteúdos (ver Figura 1);
- > a metodologia de *input* é igualmente simples, pois o utilizador dá a sua opinião sobre um determinado conteúdo, recomendando ou não à comunidade, através da mesma metáfora “*thumbs up/thumbs down*”.

Trata-se assim de um sistema que pretende ser transparente e não intrusivo, funcionando em complementaridade com os serviços de EPG, tendo como objectivo fazer

convergir os conceitos da recomendação de conteúdos e das redes sociais, num cenário de filtragem colaborativa associado a ambientes TV, onde a proliferação de conteúdos se faz notar e os métodos de filtragem actualmente disponíveis são ainda incipientes e com largo espaço de melhoria.

## 5. Conclusões

Pelo que foi exposto ao longo deste artigo, fica claramente estabelecido que a área da Recomendação de Conteúdos associada ao potencial das redes sociais Web 2.0, abre perspectivas interessantes para a introdução de novos serviços e funcionalidades que irão acrescentar valor às ofertas comerciais tradicionais de Vídeo / TV digital.

É nesse sentido que surge agora esta aposta da PT Inovação, sustentada pelas actividades de investigação aplicada e experimentação que têm vindo a decorrer ao longo dos últimos anos e possibilitada pelas suas reconhecidas competências no domínio do desenvolvimento de aplicações para IPTV, nomeadamente na família de produtos MEO.

O projecto PÉTALA, desenvolvido pela PT Inovação em articulação com o Laboratório SAPO na Universidade de Aveiro, irá certamente contribuir para a criação de novas

oportunidades e para a disponibilização de funcionalidades atractivas, que tornarão ainda mais agradável e interactiva a experiência dos utilizadores de IPTV.



Figura 1 – *Output* do protótipo PÉTALA

#### Referências

- [1] REIS, Paulo; DIAS, Hugo; CARVALHO, Fausto de; CARDOSO, Bernardo. *reTubing Video Content*, NEM Summit 2008, Saint-Malo, França, 2008
- [2] ALEXA. Alexa Top 500 Sites [on-line]. San Francisco - USA: Alexa - Amazon Company, 2008 [Visitado a 15 Set. 2008]  
<http://www.alexa.com/site/company/contact>
- [3] ANDERSON, Chris. *The Long Tail* [on-line] Wired, Out. 2004, [Visitado a 15 Set. 2008]  
<http://www.changethis.com/10.LongTail>
- [4] WIKIPEDIA (Contribuintes Diversos). Amazon.Com [on-line], San Francisco - USA: Wikimedia Foundation, 2008 [Visitado a 15 Set. 2008]  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Amazon.com>
- [5] NETFLIX. *Netflix Consumer Presskit* [on-line]. Los Gatos - USA: Netflix Inc., 2008 [Visitado a 15 Set. 2008] [http://cd.n0.nflximg.com/us/pdf/Consumer\\_Press\\_Kit.pdf](http://cd.n0.nflximg.com/us/pdf/Consumer_Press_Kit.pdf)
- [6] LORENZI, Fabiana. *Sistemas de Recomendação (apresentação, on-line)* - Brasil [Visitado a 15 Set. 2008]  
[http://www.slideshare.net/renato\\_shira/sistemas-de-recomendao/](http://www.slideshare.net/renato_shira/sistemas-de-recomendao/)

Paulo Reis, licenciado em Novas Tecnologias da Comunicação pela Universidade de Aveiro. Iniciou o seu percurso profissional na PT Inovação com um estágio curricular subordinado ao tema "Aplicações para Televisão Interactiva", seguido de estágio profissional com a temática "IPTV: Interfaces e Interação". Actualmente é colaborador da PT Inovação, no departamento IAD - Investigação Aplicada e Difusão do Conhecimento, onde investiga novos cenários na área das aplicações colaborativas, novos paradigmas de interação e televisão interactiva, sendo de destacar o seu forte envolvimento no desenvolvimento de aplicações e na customização de *User Interface* da plataforma comercial MEO.

Fausto de Carvalho, licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. O seu percurso no CET e PT Inovação está especialmente ligado à área dos serviços multimédia interactivos, nomeadamente através da participação em múltiplos projectos de I&D nacionais e internacionais, no âmbito de IPTV e TV Digital Interactiva. Mais recentemente, esteve profundamente envolvido na introdução do serviço Meo. É actualmente responsável pela divisão de Aplicações Colaborativas e Serviços Web 2.0, área de Investigação Aplicada e Difusão de Conhecimento, olhando o futuro da Televisão e da Internet na perspectiva de novas tecnologias, conteúdos e modelos de negócio emergentes, nos mais diversos contextos de convergência, interactividade e interação, individualmente e em rede.

Hugo Dias, licenciado em Engenharia Informática pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Iniciou a sua actividade na PT Inovação em 2004, com um estágio curricular subordinado ao tema "Sistema de Aprendizagem de Base Semântica", fazendo posteriormente um estágio profissional com o tema "Sistemas de Base Semântica para Gestão e Acesso a Conteúdos". Participou no desenvolvimento do "Sistema de Gestão de Formação" da plataforma de *eLearning* "Formare", estando actualmente a trabalhar na plataforma de IPTV MEO, mais concretamente no desenvolvimento de aplicações para a sua integração na oferta de serviços IPTV. Paralelamente, tem participado em iniciativas ligadas à Web 2.0 e redes sociais.

Bernardo Cardoso, licenciado em Auditoria Contabilística e Mestre em Gestão da Informação pela Universidade de Aveiro. Na sua actividade na PT Inovação tem estado envolvido em vários projectos relacionados com televisão e vídeo digital, com particular enfoque em sistemas baseados em MPEG e DVB, nomeadamente sistemas de transmissão de televisão digital e interactividade. Esteve fortemente envolvido no projecto de Televisão Digital Interactiva da TV Cabo, ao nível do desenvolvimento de aplicações, conteúdos, testes e análise de desempenho. Mais recentemente, e como responsável pela Divisão de Televisão Digital e Serviços IPTV, tem estado ligado às tecnologias associadas ao IPTV e contribuído ao nível da customização e do desenvolvimento de aplicações no serviço MEO.

Norma Magalhães, licenciada em Tecnologias de Informação e Comunicação pela Universidade de Aveiro. Fez um estágio curricular na PT Inovação no âmbito das Comunidades de Aprendizagem Distribuída, acolhido pela equipa Formare. Posteriormente, prosseguiu em estágio profissional orientado ao tema Personalização no LMS Formare. Ensino a Distância, Comunidades de Aprendizagem, *eLearning* Web 2.0 constituíram as áreas de investigação e de orientação na concepção do projecto mencionado. Actualmente, colabora com a PT Inovação no desenvolvimento de aplicações de natureza colaborativa, no âmbito da Web 2.0.

## A Telemedicina ao Serviço da Pediatria

palavras-chave:  
Telemedicina, Teleconsulta, Telemonitorização,  
eSaúde, Tele-ecocardiografia, Sinais vitais



Fernando Santiago



Manuel Dinis



António Pena



Leandro Vale  
(DEI/UC)



Jorge Henriques  
(DEI/UC)



Paulo de Carvalho  
(DEI/UC)

Este artigo apresenta o trabalho desenvolvido no âmbito de dois projectos: o PEDITEL e o LifeStream. O primeiro é um projecto-piloto pioneiro de eSaúde, centrado na área da Pediatria, que envolve instituições de saúde de Angola e de Portugal. O segundo é um projecto de desenvolvimento, que visa dotar a solução

de Teleconsulta Medigraf de valências de aquisição, transmissão e visualização remota de sinais vitais, para apoio no processo de decisão de transferência de pacientes entre unidades de cuidados intensivos pediátricos.

## 1. Introdução

A Telemedicina é habitualmente definida como a integração das telecomunicações, informática e ciências médicas, com o objectivo de melhoria global da prestação dos cuidados de saúde. São comumente apontadas como vantagens da Telemedicina, a melhoria da qualidade média dos serviços prestados, a prestação de mais e melhores serviços com menos recursos, a disseminação de conhecimentos e competências, a maior satisfação dos utentes, a redução de deslocações morosas e o aumento da acessibilidade aos serviços especializados, entre outras.

A PT Inovação participa em projectos de eSaúde há mais de 10 anos, tendo uma experiência acumulada significativa e contando com a colaboração de parceiros de reconhecida idoneidade e competência na área da saúde. Em 2000, iniciou o desenvolvimento da Solução Medigraf, uma plataforma de suporte a serviços remotos de medicina, onde o trabalho cooperativo se conjuga com a videotelefonia, partilha de

formação clínica e imagem médica, permitindo aos profissionais de saúde a colaboração em torno da obtenção do diagnóstico clínico, independentemente da distância que os separa. Actualmente, esta Solução encontra-se instalada em cerca de 50 instituições de saúde em Portugal, sendo utilizada por um significativo número de profissionais, em diversas especialidades clínicas.

Na área da Pediatria, a Solução Medigraf suporta tecnologicamente desde 2000, a Rede de Teleconsulta em Cardiologia Pediátrica e Fetal, envolvendo o Hospital Pediátrico de Coimbra, o Hospital Santo André (Leiria), o Centro Hospitalar da Cova da Beira (Covilhã), o Hospital Sousa Martins (Guarda), o Hospital Infante Dom Pedro (Aveiro), o Hospital São Sebastião (Santa Maria da Feira), o Hospital Amato Lusitano (Castelo Branco) e o Hospital São Pedro (Vila Real). Desde então, são realizadas Teleconsultas regulares, programadas e em situações de urgência, com transmissão em tempo real de exames de ecocardiografia. Até à data, foram realizadas nesta Rede

mais de 6000 sessões de Teleconsulta, com claros benefícios para os Pacientes e para as instituições envolvidas.

Fruto da experiência obtida em Portugal, a PT Inovação em conjunto com parceiros Portugueses e Angolanos, lançou o projecto PEDITEL, um projecto de Telemedicina centrado na pediatria, envolvendo instituições de saúde dos dois países.

Na vertente tecnológica, a Solução Medigraf tem vindo a incorporar novas funcionalidades, que a valorizam e a diferenciam face ao mercado para a qual está direccionada. É disso um exemplo, o projecto LifeStream, um projecto do Plano de Inovação, co-financiado pela PT Inovação e pela TMN, que visa adaptar a Solução a contextos de utilização em unidades de cuidados intensivos pediátricos, embora generalizável a outros cenários.

Este projecto abre também a possibilidade futura de extensão da utilização da solução a contextos de mobilidade.

## 2. Projecto-Piloto PEDITEL

### 2.1. Objectivos

No âmbito do Plano de Acção para a Sociedade da Informação (PASI), o Governo de Angola definiu a área da saúde como um dos pilares estruturantes. No pilar “Assegurar Saúde para Todos”, estão definidos alguns projectos segundo um conjunto de eixos, dos quais o desenvolvimento de um programa de Telemedicina se apresenta como uma das prioridades para melhorar o acesso ao Serviço Nacional de Saúde de Angola, com as seguintes metas:

- > 1 Unidade Móvel de Telemedicina por província, até 2009;
- > 50% das unidades de saúde a utilizar o sistema de Telemedicina, até 2012.

Neste contexto, a PT Inovação na altura do lançamento em Angola da empresa NOVETEL (empresa de direito Angolano participada do Grupo PT para o sector do I&D em Telecomunicações e Sociedade de Informação), em colaboração com diferentes entidades portuguesas e angolanas, decidiu configurar um

projecto-piloto, que designou por PEDITEL, para a implementação de uma solução integrada de Telemedicina em Angola. Este projecto pretende assim demonstrar a utilidade da Telemedicina num país com as características geográficas de Angola e contribuir para a redução da mortalidade infantil, que é das mais elevadas no continente africano.

Para a execução do projecto, que teve início em Novembro de 2007, foram envolvidos diversos parceiros estratégicos nas suas diferentes vertentes de actuação, nomeadamente o Hospital Pediátrico de Luanda, o Hospital Provincial de Benguela, o Hospital Pediátrico de Coimbra, a Angola Telecom, a Multitel, a Unitel, a HemoPortugal / HemoAngola e a PT Inovação / NOVETEL.

### 2.2. Descrição técnica do projecto

A implementação do projecto foi idealizada para duas fases distintas, correspondendo a primeira à efectivação da ligação de Coimbra a Luanda e a segunda à expansão à província de Benguela.

O projecto contemplou a instalação

dos terminais específicos necessários para a prática de Teleconsulta (Sistemas Medigraf) e a implementação da rede de interligação entre as instituições de saúde, na qual participaram os operadores de telecomunicações envolvidos. A solução implementada (Figura 1) possibilita a realização de sessões de Teleconsulta em tempo real entre as unidades de saúde envolvidas no projecto e permite o acesso externo, via internet, para avaliação em diferido de casos clínicos.

### 2.3. Resultados

O projecto PEDITEL encontra-se na fase final de implementação, tendo sido já realizadas e contabilizadas cerca de duas centenas de Teleconsultas de Cardiologia e Oncologia Pediátrica. Foram ainda identificadas outras especialidades clínicas que podem também beneficiar da infra-estrutura instalada, nomeadamente: Anatomia Patológica, Oftalmologia, Nutrição e Infecção. Tirando partido da capacidade de transmissão disponibilizada pelo circuito internacional (512 Kbps), e da componente de videoconferência

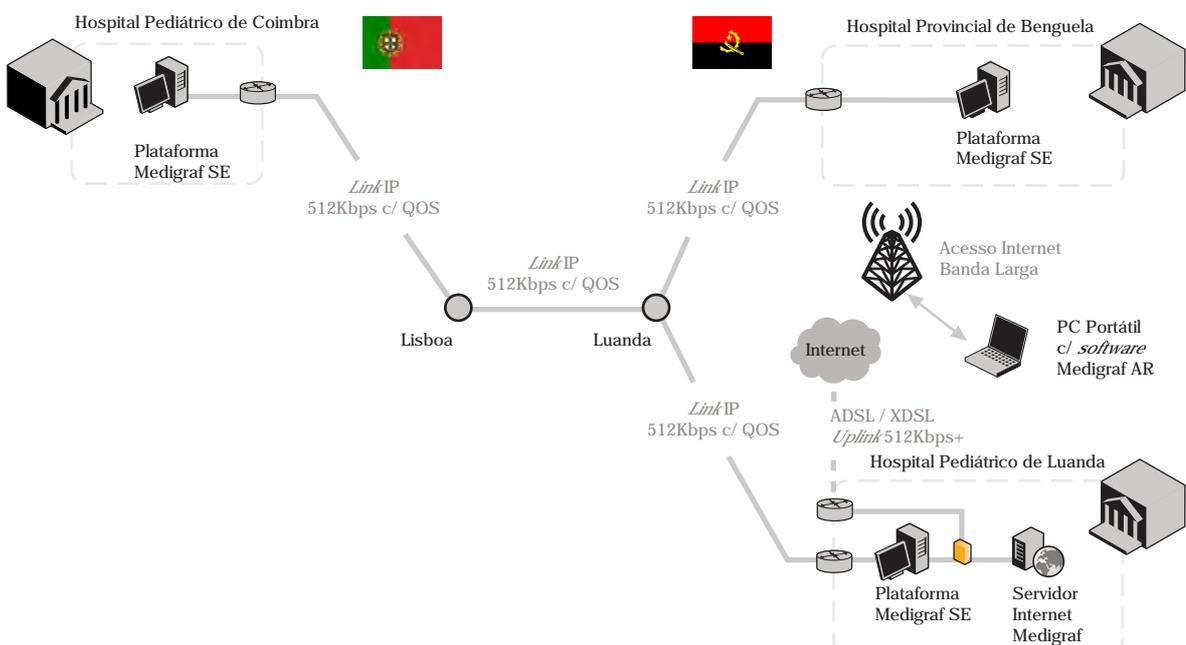


Figura 1 - Diagrama da solução



Figura 2 - Sessão de Teleconsulta entre os Hospitais Pediátricos de Luanda (cima) e Coimbra (baixo).

da plataforma de Telemedicina, foi também possível realizar cursos à distância em várias áreas clínicas e de enfermagem, com grande aceitação por parte dos profissionais de saúde angolanos. Na continuidade destas acções, estão previstas novas iniciativas na área da Nutrição e Oftalmologia, assim como a repetição dos telecursos para o Hospital Provincial de Benguela.

A realização de sessões de tele-formação de Portugal para Angola e vice-versa permite uma “fertilização cruzada” de grande potencial para ambos os países, permitindo um melhor conhecimento das suas realidades e a consequente aceleração dos níveis de desenvolvimento na área da saúde. Esta actividade pode ser complementada com a realização de estágios ou mesmo missões de intercâmbio dos profissionais de saúde.

Apoiado no sucesso do projecto PEDITEL, o Ministério da Saúde de Angola pondera a expansão do serviço de Telemedicina para outros hospitais centrais de Luanda e outras províncias do país. A implementação de uma rede nacional de Telemedicina é uma das ambições do governo angolano, no sentido de disponibilizar às populações mais distantes de Luanda serviços

médicos especializados, permitindo uma gestão mais efectiva do transporte dos doentes e uma detecção mais precoce de patologias graves.

Também a colaboração entre as instituições de saúde angolanas e portuguesas poderá ser fortemente alavancada pela utilização da Telemedicina. O contacto permanente entre os profissionais de saúde permite que se extravase o âmbito das Teleconsultas para contemplar a formação em Portugal dos médicos ou a implementação de infra-estruturas cirúrgicas ou laboratoriais ainda não disponíveis no território angolano.

### 3. Projecto LifeStream

#### 3.1. Objectivos

Diariamente, a transferência de doentes para os hospitais centrais envolve um processo de decisão que é efectuado, regra geral, com base em informação coligida em conversas telefónicas entre profissionais de saúde. Idealmente, a tomada de decisão deveria ser baseada numa análise objectiva do estado do doente, o que, para além da observação dos exames imagiológicos e de outros dados clínicos recolhidos (análises, antecedentes clínicos, etc.), requer a monitorização e avaliação dos sinais vitais do paciente no momento da tomada de decisão. O procedimento actualmente aplicado induz com frequência transferências desnecessárias ou contra-indicadas de doentes para os hospitais centrais. O projecto LifeStream visa apoiar os profissionais de saúde no processo de decisão de transferência, disponibilizando funcionalidades de monitorização remota dos sinais vitais do paciente.

A integração na Solução Medigraf, de protocolos e mecanismos específicos para a aquisição/interface com monitores de sinais vitais e a sua codificação e transmissão, permitirá dar resposta efectiva a necessidades actuais de serviços de unidades de cuidados intensivos, bem como a contextos de emer-

gência médica, saúde preventiva e apoio domiciliário de equipas clínicas geriátricas ou outras.

O projecto LifeStream tem como principais objectivos:

- > O desenvolvimento de interfaces para a interligação e comunicação transparente com os monitores de sinais vitais;
- > O desenvolvimento e avaliação de CODEC (codificação e decodificação) específicos para a transmissão de sinais vitais;
- > O desenvolvimento de módulos para a visualização e análise (por exemplo segmentação de ECG e detecção de arritmias, etc.) de séries temporais relativas aos sinais vitais;
- > Integração dos módulos desenvolvidos na Solução Medigraf;
- > A realização de ensaios de avaliação da solução em contexto móvel.

#### 3.2. Abordagem técnica

A Figura 3 ilustra um cenário possível de utilização, previsto no âmbito do Projecto LifeStream.

A configuração desta solução passa pela interligação de duas estações Medigraf, emissora ou central e receptora ou distrital, através de uma rede de comutação de pacotes. A estação emissora encontra-se conectada a um ou vários equipamentos de monitorização clínica (por exemplo, um monitor de sinais vitais, equipamento móvel de ECG, SpO<sub>2</sub>, etc.), a partir dos quais são adquiridos sinais vitais. Uma vez obtidos, os sinais vitais são processados e transmitidos, em tempo real ou em modo diferido, para a estação remota.

Atendendo às funcionalidades já disponibilizadas pelo Medigraf, assume particular relevância a

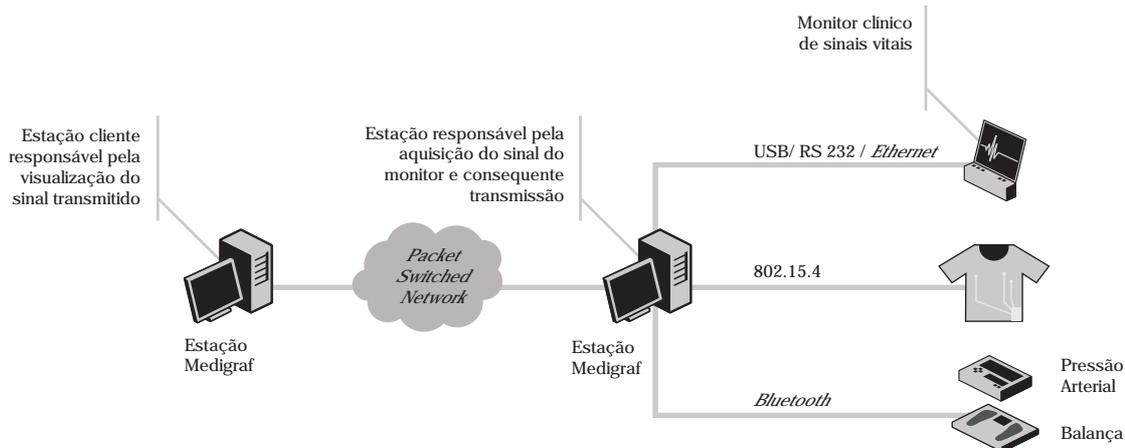


Figura 3 - Cenário de Utilização

integração na plataforma de capacidades de gestão de aquisição, de armazenamento e de tratamento de bio-sinais para transmissão (incluindo compressão e descompressão) e o diagnóstico automático dos mesmos. Relativamente ao desenvolvimento de CODEC que possibilitem a transmissão eficiente da informação, (situação que terá particular relevância num cenário móvel), refere-se o desenvolvimento de algoritmos de compressão sem perdas e com perdas, em particular para o sinal ECG. Os primeiros, baseados em modelos de regressão e de predição, permitem taxas de compressão na ordem dos 3:1; os segundos, usando técnicas de dicionário e representação por curvas de Bézier permitem atingir taxas de compressão na ordem dos 24:1 com taxas de erro na ordem dos 7%.

No que diz respeito ao desenvolvimento de soluções para a visualização e análise de séries temporais relativas aos sinais vitais, refere-se a detecção de alguns tipos pertinentes de arritmias, nomeadamente a detecção de ritmo cardíaco, extra-sístoles ventriculares e fibrilhações auriculares.

### 3.2.1. Módulos

De forma a conferir flexibilidade à solução face aos requisitos, agrupou-se a implementação em três

módulos principais: módulo de aquisição, módulo de comunicação e módulo de visualização.

O módulo de comunicação é responsável pela gestão dos canais de comunicação entre as duas estações. Disponibiliza canais TCP, para a transferência de informação de controlo com garantia de entrega e canais RTP / RTCP para transmissão em tempo real de informação de sinais vitais. Disponibiliza aos outros módulos informação sobre estado dos canais estabelecidos (taxa de erros, *jitter*, etc.), permitindo a estes adaptarem-se às condições de transmissão.

O módulo de aquisição tem por funcionalidade principal servir de *middleware* das redes de sensores conectadas à plataforma, assumindo, em particular, a responsabilidade pela gestão da aquisição dos sinais provenientes de equipamentos clínicos, pelo respectivo processamento, pela preparação dos dados para transmissão e pelo seu armazenamento (*logging*).

O módulo de visualização é responsável por apresentar visualmente aos profissionais de saúde os dados provenientes do módulo de Aquisição. Esta solução faculta um desacoplamento entre as duas funcionalidades de recolha e reprodu-

ção de dados clínicos, aumentando a capacidade de adaptação da solução e também a segurança.

A concepção e implementação dos módulos de aquisição e visualização, bem como CODEC são efectuadas pelo DEVUC (Departamento de Eng<sup>a</sup> Informática da Universidade de Coimbra). A integração dos módulos na Solução Medigraf é realizada pela equipa de desenvolvimento da solução, na PT Inovação.

### 3.2.2. Arquitectura

A Figura 4 apresenta a arquitectura da solução implementada.

A solução foi desenhada numa lógica multi-camada, sendo composta pelas seguintes camadas:

> *Data sources*: camada é responsável pela aquisição de informação. Por aquisição entende-se não só a interacção directa com equipamento de aquisição de sinais vitais, mas também a obtenção de dados de outras fontes de informação, por exemplo dados armazenados previamente em *logger*,

> *Parsing*: camada responsável pela tradução / conversão dos vários tipos de dados (numérico, sinais temporais e alertas) para o formato XML e respectivo encami-

nhamento para os vários canais de processos;

> Processamento: camada que integra os vários *dynamic layer container* (DLC), que definem as etapas de processamento a serem implementadas aos dados. São exemplos de sub-camadas possíveis: compressão, segurança, reamostragem de sinal, detecção de ruído, etc.;

> *Data Sync*: camada que comporta os módulos consumidores das etapas de processamento anteriores. Engloba os componentes de comunicação, *logger* e visualização.

O componente de comunicação é responsável pelo envio de dados, interagindo portanto directamente com o *software* Medigraf.

O *logger*, tal como implementado, funciona simultaneamente como consumidor e como produtor de dados. Integra-se de forma transparente no *middleware*, permitindo, em particular, que funcione de forma distribuída, uma vez que os dados armazenados numa instância do *middleware* podem ser acessados por outras instâncias de forma transparente. Deu-se ainda particular atenção aos mecanismos de tolerância a falhas e de recuperação de dados, bem como o acesso aleatório de leitura e a transparência no acesso simultâneo de escrita e leitura. Diversos mecanismos de *caching* foram também integrados de forma a aumentar a escalabilidade da solução.

O componente de visualização é responsável por apresentar visualmente a informação. É a partir deste componente que se processa a interface com o *software* Medigraf, permitindo a visualização/interacção com o utilizador de uma forma integrada. Esta camada deverá ainda integrar a visualização dos resultados dos algoritmos de processa-

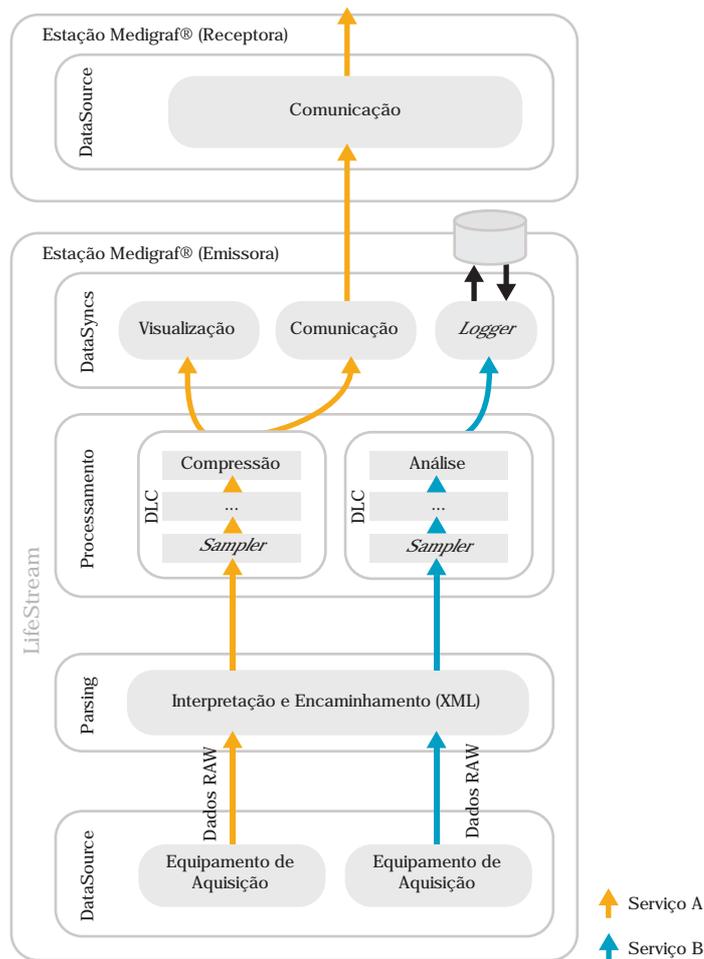


Figura 4 - Arquitectura da Solução

mento e análise de sinais vitais (em especial ECG) que permitam detectar automaticamente diversas patologias, tais como arritmias e permitir a geração de alertas. Esta camada disponibiliza ainda funcionalidades de configuração dos dados a adquirir do equipamento de monitorização. É suportado o uso de *templates* de forma a armazenar perfis de visualização predefinidos, sendo ainda permitida a configuração específica dos diversos parâmetros (cor, tipo de traço, etc.) de cada canal.

### 3.2.3. Adaptabilidade

De forma a permitir que o *middleware* possa responder não só aos requisitos imediatos da aplicação clínica identificada, mas também às

exigências futuras expectáveis (por exemplo, sistemas distribuídos de aquisição de sinais vitais, novos equipamentos e protocolos, redes heterogéneas de sensores, etc.), o *middleware* recorre ao conceito de entidades abstractas de fonte de dados e de consumidor de dados, ao longo das diversas camadas que compõem a arquitectura. Na última camada, é aplicada uma abstracção baseada em serviços, expondo-se os dados recolhidos ou transformados como serviços ao consumidor final.

Pelo uso desta filosofia, todos os componentes expansíveis comunicam usando o mecanismo de *plugin* descrito, permitindo que os protocolos de comunicação e dos dis-

positivos clínicos possam ser carregados e incorporados de forma dinâmica e em *runtime* (se necessário) recorrendo a abstrações apropriadas por forma a garantir o encapsulamento. Deste modo, o *middleware* prepara o Medigraf para operar em ambientes clínicos heterogéneos e desconhecidos *a priori*, facultando-lhe os mecanismos base para que possam ser incorporados serviços de detecção e auto-configuração de sensores (*plug&play* de novos sensores e protocolos, de novas redes de sensores como 802.15.4, Zigbee, etc.), manutenção automática ou ainda a manutenção remota.

Outra mais-valia decorrente da abstracção produtor/consumidor de dados prende-se com o facto de poderem coexistir múltiplas instâncias do *middleware* de forma distribuída com capacidade de *relaying* de dados entre dispositivos, o que aumenta a mobilidade da solução. Isto poderá ainda facultar a ligação transparente entre módulos distribuídos em ambiente hospitalar (por exemplo, servindo de *gateway* quando um equipamento fica distante da estação Medigraf), preparando ainda o ambiente para novos contextos de aplicação como, por exemplo, em contextos de *pHealth* em que poderão coexistir múltiplos equipamentos terminais (PDA, *set-top-box*, etc.) e onde poderá ser necessário que o *middleware* opere como *gateway* entre redes de sensores distintas (por exemplo, redes Bluetooth, redes 801.15.4, etc.) ou ainda entre estas e o nó Medigraf central.

A filosofia de design aplicada na camada de processamento recorre aos mesmos princípios de flexibilidade (Figura 4). Nesta camada uma pilha de processamento é definida pela ligação de um ou mais blocos de processamento com funções elementares (por exemplo, compressão de dados, detecção de ruído, especialização de operações de

diagnóstico clínico, encriptação, etc.), cada um servindo como consumidor dos dados do bloco anterior e como produtor de dados para o bloco que o sucede. Também nesta situação o design facilita que uma dada pilha de processamento seja alterada de forma dinâmica, permitindo que a plataforma adapte *on-the-fly* o processamento que se encontra a realizar sobre os dados. Deste modo, é possível que o *middleware* altere dinamicamente o CODEC (por exemplo, em função das características e condições da rede), incorpore novas tarefas de análise de dados ou personalize processamentos (por exemplo, a extracção de uma nova tendência de um sinal fisiológico para uma aplicação clínica) de forma dinâmica e sem requerer intervenção directa das equipas técnicas, na medida em que estes blocos de processamento poderão ser descarregados remotamente.

### 3.3. Resultados

Actualmente o projecto LifeStream encontra-se em fase final de integração dos módulos desenvolvidos no *software* Medigraf. A Figura 5 apresenta imagens respeitantes à visualização de sinais vitais no Medigraf. No sentido de se avaliar e validar, em ambiente real, a solução desenvolvida, está prevista a realização de um piloto, que decorrerá a partir de Outubro, envolvendo o Hospital Pediátrico de Coimbra e o Hospital Santo André-Leiria.

Está igualmente prevista a realização de alguns ensaios de campo em cenário de mobilidade, utilizando a rede móvel como infra-estrutura de comunicação.



## 4. Importância para negócios do grupo PT

O projecto PEDITEL tem sido um poderoso instrumento para a divulgação da empresa INOVETEL em Angola, confirmando o sucesso da estratégia adoptada pela administração da empresa. A forte divulgação social desta iniciativa contribuiu para que muitos angolanos e portugueses ficassem a conhecer as capacidades e benefícios da Telemedicina e associar esse potencial ao Grupo PT / PT Inovação / INOVETEL.

Sendo a área da saúde, e particularmente a Pediatria, uma área em forte desenvolvimento e muito importante para Angola, existe um potencial de colaboração internacional e de negócio que a INOVETEL poderá captar e facilitar. Por outro lado, Angola é um dos países membros da SDAC (*Southern African Development Community*), pelo que a solução aí implementada, poderá também vir a ser estendida a outros países da região. A disponibilização por parte da União Europeia de fundos especificamente para países africanos poderá ser uma importante oportunidade a explorar futuramente.

O projecto LifeStream potencia a expansão da utilização da Solução Medigraf a novos cenários e contextos de utilização, abrindo caminho para a implementação futura de uma solução de Telemedicina especificamente desenhada para ambientes de mobilidade, com um âmbito de utilização alargado, incluindo emergência médica, saúde preventiva e apoio domiciliário.



Figura 5 - Visualização de Sinais Vitais

## 5. Conclusões

A utilização de Telemedicina permite a disponibilização de mais e melhores serviços junto das populações que se encontram distantes dos grandes centros, sem que tal implique necessariamente um aumento do número de profissionais de saúde. Este facto contribui para o aumento da satisfação dos utentes, evitando deslocações desnecessárias, morosas, incómodas e caras. Os utentes passam a ter acesso a serviços especializados que de outra forma não estariam ao seu alcance, ou pelo menos de forma tão rápida.

Por outro lado, a prática de Telemedicina envolve vários profissionais de diferentes unidades de saúde, tendo como consequência directa a melhoria da comunicação entre esses profissionais e a formação *on the job* sem necessidade de se ausentarem do local de trabalho, potenciando também a realização de outras actividades profissionais que extravasam o âmbito da Telemedicina.

O projecto PEDITEL pretende ser o embrião de uma solução global de Telemedicina a implementar em todo o território angolano, permitindo estender os benefícios desta actividade a toda a população. Angola tem actualmente limitações em termos de meios de comunicação terrestres, bem como uma grande falta de profissionais de saúde especialistas em várias províncias. As vantagens do recurso à Telemedicina são assim evidentes e principalmente para os utentes da rede de saúde pública, que habitualmente têm menos recursos, não lhes permitindo procurar outras alternativas. Espera-se que a generalização da Telemedicina neste país africano tenha um impacto muito positivo na taxa de mortalidade e conseqüentemente no aumento da esperança de vida das populações.

O projecto LifeStream, por seu lado, potencia a extensão das capacida-

des da Solução Medigraf a novos contextos e cenários de utilização, contribuindo para a consolidação desta, como solução abrangente de Telemedicina, quer para a área da Pediatria, quer para outras áreas clínicas.

### Referências

- [1] Manuel DINIS, Fernando SANTIAGO, Eduardo FRAUSTO, Rosalina GONÇALVES, Nicolau NETTO, Eduardo CASTELA, Luis BERNARDINO e Alfredo CAETANO, *PEDITEL Project: a Step for a Telemedicine Network Solution in Angola Exportable to other African Countries*, IST África 2008, Maio 2008, Windhoek, Namibia.
- [2] Brito, M. and Henriques, J. and Carvalho, P. and Ribeiro, B. and Antunes, M., *An ECG compression approach based on a segment dictionary and Bezier approximations*, 15th European Signal Processing Conference (EUSIPCO-2007), 2007
- [3] Brito, M. and Henriques, J. and Carvalho, P. d. and Ribeiro, B. and Antunes, M., *ECG Compression through segment matching and progressive error encoding*, EMBC -2007, 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2007
- [4] R. Couceiro, P. Carvalho, J. Henriques, M. Antunes†, M. Harris, J. Habetha, *Detection of Atrial Fibrillation Using Model-based ECG Analysis*, Int. Conf. On Pattern Recognition, 2008.
- [5] R. Couceiro, P. Carvalho, J. Henriques, M. Antunes, *On the Detection of Premature Ventricular Contractions*, EMBC -2008, 30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2008

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

Manuel Dinis, doutorado em Engenharia Electrotécnica e Licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Em 1996 ingressou nos quadros da PT Comunicações S.A., encontrando-se cedido à PT Inovação S.A. Desde Outubro de 2007 trabalha no projecto de criação da empresa INOVETEL - INOVAÇÃO E SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO, SA em Angola onde é responsável pela área da Sociedade de Informação e colabora na área dos sistemas NETBAND. Foi Vogal do Conselho Directivo da Agência para a Modernização Administrativa (AMA). Colaborou com o Instituto de Telecomunicações em Aveiro e foi Assistente Convidado no Departamento de

Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro. Desde 1994 esteve envolvido em diversos projectos de I&D nacionais e internacionais tendo sido gestor de vários projectos europeus na área das comunicações móveis nomeadamente SEACORN, B-BONE e C-MOBILE. É especialista em planeamento celular e redes móveis de banda larga. Publicou mais de 60 artigos técnicos em revistas e conferências nacionais e internacionais.

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

Leandro Vale, licenciado em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra em 2007. Integra desde essa altura o CISUC - Centro de Informática e Sistemas da Universidade de Coimbra, exercendo actividades de investigação no grupo de Computação Adaptativa, com especial enfoque na área clínica.

Jorge Henriques, doutorado em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra em 2001. É actualmente Professor Auxiliar no Departamento de Engenharia Informática da FCTUC. Foi fundador e integra, desde a sua formação em 1991, o CISUC - Centro de Informática e Sistemas da Universidade de Coimbra, exercendo actividades de investigação no grupo de Computação Adaptativa. Foi co-fundador do laboratório de Informática Clínica do CISUC. Os seus interesses centram-se na investigação de metodologias de Inteligência Computacional e suas aplicações a problemas de modelização, diagnóstico e decisão, em sistemas complexos e não lineares, em particular na área clínica. Desempenhou o cargo de Director Executivo do Laboratório de Informática e Sistemas do Instituto Pedro Nunes de 2001 a 2004. É actualmente vogal do colégio de Engenharia Informática da Ordem dos Engenheiros.

Paulo de Carvalho, doutorado em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra em 2002. É actualmente Professor Auxiliar no Departamento de Engenharia Informática da FCTUC. Foi fundador e integra, desde a sua formação em 1991, o CISUC - Centro de Informática e Sistemas da Universidade de Coimbra, exercendo actividades de investigação no grupo de Computação Adaptativa. Foi co-fundador do laboratório de Informática Clínica do CISUC. Os seus interesses centram-se na investigação em informática médica com particular relevância no processamento e análise de sinal/imagem e de metodologias de reconhecimento de padrões aplicados a problemas de diagnóstico e decisão. Desempenhou o cargo de Vice-presidente do Instituto de Investigação Interdisciplinar da Universidade de Coimbra. É actualmente Vice-Presidente da Comissão Científica do Departamento de Engenharia Informática.

## PT Teleaula — Um Serviço da Acção Social da Fundação PT e da PT Inovação

palavras-chave:  
Educação; *eLearning*; Acção Social; Ensino a Distância; Aplicações; Sociedade da Informação;



Clara Cidade  
(Fundação PT)

Arnaldo Santos



Paulo Garcez  
(Fundação PT)

Artur Neves

O Grupo PT tem procurado, ao longo dos últimos 20 anos, dar resposta às necessidades de telecomunicações dos cidadãos com deficiências e incapacidades, participando em projectos inovadores que visam a sua inclusão social, no âmbito dos quais tem desenvolvido um conjunto de produtos e serviços de telecomunicações facilitadores da desejada inclusão escolar e profissional.

De acordo com a especificação efectuada pela Fundação PT, e no âmbito da parceria estabelecida com a Direcção Geral de Inovação e Desenvolvimento do Ministério da Educação intitulada Projecto ASTRO, a PT Inovação desenvolveu uma solução tecnológica inovadora de alta *performance*, possibilitando a um aluno assistir remotamente, e em tempo real, às aulas que decorrem na sala de aula da escola que frequenta.

Instalada em várias escolas nacionais, a solução PT Teleaula destina-se essencialmente a crianças do ensino básico e secundário com deficiências graves ou doenças crónicas e prolongadas, que estão impedidas de se deslocar à escola para assistir às suas aulas.

Este artigo tem como principal objectivo apresentar a solução PT Teleaula, os locais onde está instalada e o impacto que tem na comunidade escolar, nomeadamente, nas crianças que, por motivos diversos, estão impedidas de se deslocar à Escola para assistir, presencialmente, às aulas.

## 1. Introdução

A solução PT Teleaula é um projecto da PT Inovação em parceria com a Fundação PT, que consiste na criação de soluções educacionais e recreativas de forma a promover a integração escolar de crianças que não podem deslocar-se à Escola, através da utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (Figura 1). Para garantir os objectivos do PT Teleaula, a PT Inovação desenvolveu uma solução tecnológica inovadora que consiste num ambiente colaborativo integrado, possibilitando a um aluno assistir remotamente, e em tempo real, às aulas, que decorrem na sala de aula da escola que frequenta (Figura 2).



Figura 1 - Exemplo de um aluno Teleaula

Esta solução possibilita a comunicação remota entre a Escola e a Casa do Aluno com acesso a um conjunto de serviços e funcionalidades, nomeadamente: Videoconferência (áudio e vídeo); Envio e recepção de mensagens escritas (*chat*); Envio e recepção de ficheiros; Trabalho cooperativo (partilha de aplicações); Selecção da câmara activa (remota e localmente); Controlo da posição e nível de *zoom* da câmara PTZ (*pan-tilt-zoom*); Acesso à Internet e Educação a distância e *eLearning*.

## 2. Solução técnica

Esta solução apresenta uma configuração diferenciada para cada um dos dois ambientes de utilização (Figura 3): em casa do aluno e na sala



de aula (escola). Para cada um destes ambientes foi criado um kit, com a seguinte diferenciação:

- > O Kit Aluno permitir visualizar e comutar à distância entre as duas câmaras da sala de aula (fixa e PTZ), bem como estabelecer o contacto audiovisual com a sala de aula, possibilitando uma intervenção activa na aula;
- > O Kit Escola cria os meios para que o aluno, remotamente, se possa sentir completamente integrado na aula.

A Figura 2 ilustra os principais componentes presentes na solução Teleaula sendo garantida uma largura



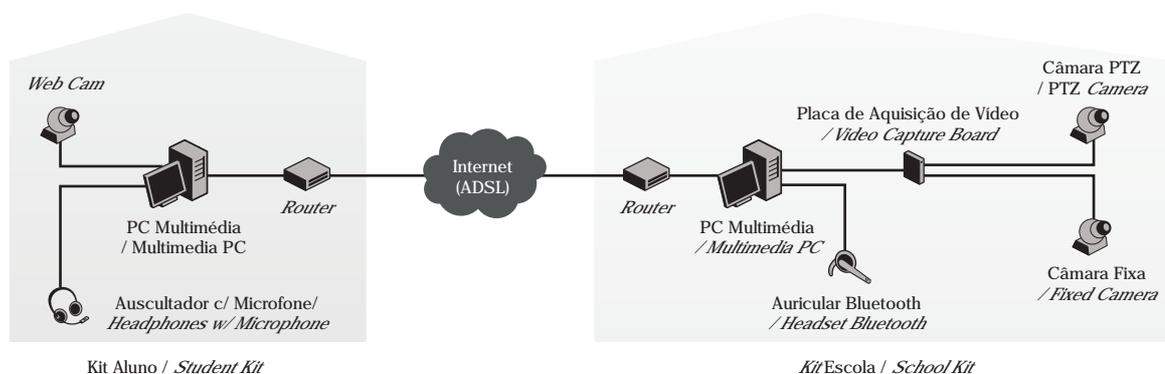


Figura 2 - Solução técnica da PT Teleaula

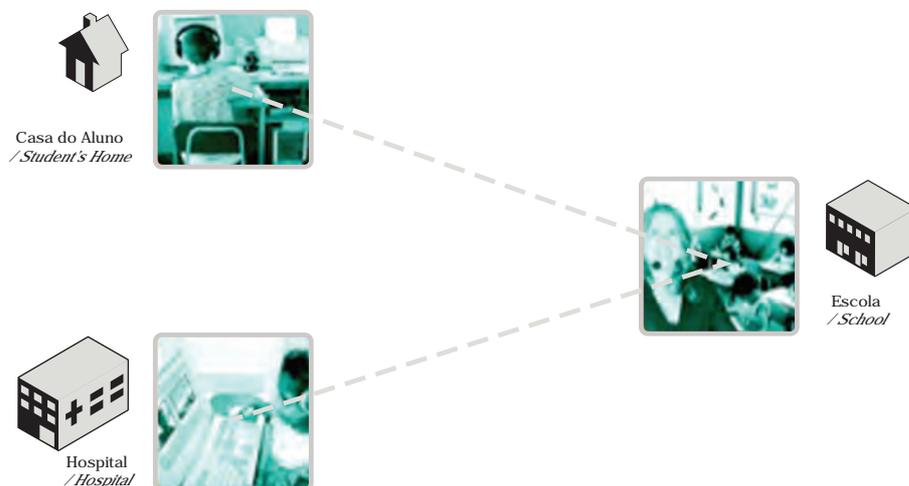


Figura 3 - Kit Aluno e Kit Escola

de banda de 128Kbps entre a escola e o aluno.

O PT Teleaula é uma aplicação desenvolvida numa arquitectura.NET Microsoft (*Framework 2.0*) que permite aceder a um conjunto de funcionalidades, ilustradas na Tabela 1.

Das funcionalidades referidas, os serviços de áudio e de vídeo, e o controlo remoto das câmaras, apresentam-se como os mais utilizados e os que diferenciam a solução PT Teleaula de aplicações semelhantes, existentes no mercado. O serviço de Videoconferência permite ver e ouvir a outra parte em tempo real, através de um sistema de uma ou mais câmaras (num máximo de três) e um ou mais microfones instalados na escola, e uma câmara e um

sistema microfone / auscultadores instalados no aluno.

A solução PT Teleaula disponibiliza uma câmara de vídeo PTZ (*Pan-Tilt-Zoom*), que permite controlar a posição horizontal e vertical, assim como o nível de *zoom*. O aluno (e a escola localmente) poderá escolher uma de seis posições pré-definidas pela Escola, e/ou controlar totalmente a posição e o nível de *zoom* da câmara.

A configuração das posições pré-definidas fica inteiramente a cargo da escola, assim como a permissão ou não, do controlo da câmara pelo aluno.

### 3. Resultados

Instalada em várias escolas em Portugal, a Solução encontra-se dis-

ponível num total de 20 escolas / alunos, dispersas por vários distritos (Figura 5):

- Aveiro - 2
- Viseu - 3
- Guarda - 1
- Castelo Branco - 1
- Leiria - 2
- Lisboa - 3
- Setúbal - 2
- Bragança - 1
- Faro - 5

Tendo como base o protocolo estabelecido entre o Grupo PT e o Ministério da Educação, prevê-se a instalação de mais 10 soluções Teleaula para 2009.

### 4. Conclusões

O impacto deste projecto no desenvolvimento individual e curricular des-

Botão	Descrição
	Este botão permite iniciar ou terminar uma sessão com um sistema remoto. Dependendo da configuração do outro sistema, a sessão pode começar automaticamente ou apenas depois de ser aceite pelo outro sistema.
	Depois de iniciar uma sessão, a videoconferência é seleccionada automaticamente.
	Este botão permite aceder à funcionalidade de <i>chat</i> . É possível enviar e receber mensagens de texto. As conversas são guardadas automaticamente no local indicado no programa de configuração.
	Este botão permite enviar um ficheiro para o outro sistema. Se já estiver a enviar ou a receber um ficheiro, ao clicar neste botão poderá ver-se o progresso da transferência.
	Este botão permite aceder à partilha de aplicações. É possível partilhar mais do que uma aplicação ao mesmo tempo, se desejado, assim como permitir o controlo das mesmas remotamente.
	Permite o acesso ao ambiente de eLearning Formare, onde poderá aceder ao ambiente criado para a comunidade virtual do aluno Teleaula.
	A qualquer momento é possível aceder à ajuda clicando neste botão. Poderá também fazê-lo pressionando a tecla F1 no teclado.

Tabela 1 - botões da barra de ferramentas da PT Teleaula



Figura 4 - Janela de videoconferência



Figura 5 - Mapa de instalações por Distrito

tes alunos é reconhecido pelo sector da educação, havendo a expectativa de poder ser alargado às regiões autónomas da Madeira e Açores.

As crianças destas escolas, algumas delas com deficiências graves ou doenças crónicas e prolongadas, que estão impedidas de se deslocar à escola para assistir às suas aulas, passaram a usufruir dos mesmos direitos e a ter acesso à educação ao longo da vida.

Verifica-se, com agrado, que algumas delas, apresentam resultados pedagógicos muito satisfatórios e uma alegria imensa pelo facto de poder, remotamente, estar na sua sala de aula ao lado dos seus amigos de turma, dando-lhes uma sensação de igualdade e conforto.

Estes valores humanos, associados à utilização da tecnologia que o Grupo PT desenvolve, representam um dos principais pilares que orientam a Fundação PT e a PT Inovação, criando valor e aplicações para a Sociedade da Informação e do Conhecimento.

## Referências

[1] *Manuais Teleaula Versão 1.2*

www.formare.pt

Panfleto PT Teleaula

Apresentações do PT Teleaula em várias conferências e exposições

Clara Cidade Lains, 49 anos, licenciada em Engenharia Electrotécnica - Ramo Telecomunicações pelo IST em 1982, Directora de Info-Exclusão e Necessidades Especiais da Fundação Portugal Telecom, desde 2004. Desde 1991 que se dedica em exclusividade ao estudo e desenvolvimento de soluções telecom na reabilitação e integração de pessoas com deficiências e incapacidades, alguns deles no âmbito de projectos transnacionais, é igualmente responsável pela criação e desenvolvimento do primeiro Departamento para Pessoas com Necessidades Especiais da Portugal Telecom e dos que lhe sucederam, sendo responsável pela criação de diversos projectos, destacando-se: Recrear, ProNota, Urano, Astro, Estrela, Mão-na-Mão, Abrigo, PORCIDE/THINK (<http://www.fundacao.telecom.pt>). Membro convidado do Conselho Municipal de Lisboa para a Integração da Pessoa com Deficiência; Membro do Conselho Consultivo da Fundação AFID Diferença - Associação de Famílias para a Integração das Pessoas com Deficiência; Membro do Conselho Nacional de Promoção do Voluntariado; Membro do Conselho Editorial da Impactus; Consultora em projectos de integração de pessoas com deficiência e incapacidades no trabalho e nas escolas; bem como projectos para a Cidadania Empresarial e o Voluntariado Empresarial.

Arnaldo Santos, doutorando em Ciências e Tecnologias da Comunicação na Universidade de Aveiro, Mestre em Engenharia Informática na área do eLearning pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (2000). Licenciado em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações na Universidade de Aveiro (1990). Pertence à estrutura de Gestão da PT Inovação, onde desempenha o cargo de responsável pelo Departamento de "Formação e eLearning". Gestor e orientador de vários estágios de investigação e de desenvolvimento na área da formação, gestão de conhecimento, comunidades de aprendizagem distribuídas e de conteúdos educacionais multimédia. Docente convidado do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro. Autor e co-autor de vários livros e de numerosos artigos e comunicações na área da gestão da formação, do ensino a distância, do bLearning e do eLearning.

Paulo Garcez, coordenador do grupo de Inovação e Gestão da Direcção de Info-Exclusão e Necessidades Especiais da Fundação Portugal Telecom, onde é feito o *portfólio* de Produtos e Serviços para as Necessidades Especiais que o Grupo PT disponibiliza, e a operacionalização dos diversos projectos de Responsabilidade Social. Cedido à Fundação PT pela TMN, anteriormente foi responsável pela implementação e exploração dos serviços complementares da rede móvel e rede IP. Licenciatura em Física Tecnológica, Faculdade de Ciências da Universidade Clássica de Lisboa.

Artur Neves, técnico de desenvolvimento informático, ligado à análise e desenvolvimento de aplicações desde 1995, ingressou na PT Inovação em Outubro de 2001, no departamento de Formação Tecnológica e de Serviços, exercendo actualmente funções no departamento de Investigação Aplicada e Difusão do Conhecimento. Participa na concepção e desenvolvimento de aplicações Web corporativas e colaborativas, nomeadamente na plataforma Formare, e no suporte aos seus utilizadores.

Colabora e acompanha a Implementação, Metodologias e Aplicação prática de processos e projectos de eLearning/bLearning dos clientes e parceiros da PT Inovação, bem como no desenvolvimento de Conteúdos Multimédia Normalizados para as referidas metodologias de aprendizagem.

Responsável pela execução do projecto Teleaula na PT Inovação.

# 01

## Introdução às Plataformas de Desenvolvimento em Ambientes Móveis

palavras-chave:

Java Micro Edition (Java ME), MIDP, JTWI, MSA, Flash Lite, Java FX Mobile, Android, MExE, fragmentação de dispositivos, DiNO, MWiPEP, video, Mobile TV, Mithril



Filipe Azevedo



Bruno Cabral

O sector das telecomunicações tem assistido, nos últimos anos, a uma evolução notável no panorama móvel em termos tecnológicos. Actualmente, qualquer telemóvel de média gama já disponibiliza acesso à Internet, bem como suporte para diversos conteúdos multimédia nos mais variados formatos.

A chegada das plataformas *runtime-based* aos terminais móveis fomentou o desenvolvimento de aplicações que aproveitam todo o potencial dos mesmos, mantendo elevados níveis de portabilidade e compatibilidade com uma vasta gama de terminais de diferentes fabricantes.

Este artigo contém uma breve introdução ao panorama actual em matéria de ambientes de execução móvel

e plataformas de desenvolvimento, com especial foco na plataforma Java Micro Edition (Java ME). Para o efeito serão abordados vários aspectos, nomeadamente a nível de arquitectura, portabilidade e suporte dos terminais existentes no mercado.

Por fim, será feita referência a outra plataforma actualmente em crescimento, Adobe FlashLite, e abordadas algumas futuras tecnologias emergentes que poderão, a médio prazo, substituir as actuais plataformas: versão 3 do FlashLite, Java FX Mobile e Android.

### 1. Contextualização

Ao longo dos últimos nove anos, a indústria de comunicações móveis tem assistido a uma contínua evolução no campo tecnológico, tanto a nível das características dos equipamentos móveis (telemóveis, *smart-phones*, PDAs, etc.) como também em novas técnicas e protocolos de transmissão de dados *over-the-air*.

O conjunto de especificações e *standards* hoje conhecido como "3G", ou redes de terceira geração, veio colmatar as limitações de largura de banda do sistema GSM, estabelecendo o suporte físico necessário ao fornecimento de serviços e conteúdos multimédia especificamente direccionados para a utilização em telemóveis e outros dispositivos portáteis.

Também os operadores móveis desempenharam o seu papel neste processo, adaptando as suas infra-estruturas de comunicação e introduzindo novos serviços de dados como as mensagens multimédia, chamadas de vídeo, televisão móvel, catálogos de conteúdos *online*

(*download* de imagens, toques, música, jogos, etc.).

Do outro lado da equação, os fabricantes de equipamentos concentraram esforços no sentido de introduzir novas capacidades multimédia nos seus equipamentos: câmaras fotográficas, maior conectividade (Wi-Fi, Bluetooth), acesso Internet, integração com os *desktops*, etc., o que naturalmente exigia também que tanto o *hardware*, como os sistemas operativos, fossem substancialmente melhorados.

O aparecimento de plataformas de desenvolvimento baseadas em máquinas virtuais especialmente dimensionadas para a sua utilização em terminais móveis, como a Java Micro Edition (Java ME), veio reintroduzir a metodologia já existente no mundo dos *desktops* — "*write once, run everywhere*" — no panorama móvel. Com efeito, nos últimos anos tem havido um interesse acrescido por parte dos principais *players* da indústria (fabricantes, operadoras móveis, programadores) neste tipo de plataformas.

Esta tendência é justificada pelos altos níveis de portabilidade e flexibilidade das aplicações que, desta forma, podem ser facilmente "transportáveis" para diferentes arquitecturas e sistemas operativos, característica que é inerente às máquinas virtuais. Em termos práticos, isto permite reduzir substancialmente o *time-to-market* e custos de manutenção e distribuição das aplicações, o que já não acontece no cenário de desenvolvimento nativo por não ser possível transportar o mesmo binário para outras plataformas, sendo necessário reescrever o código fonte, recompilar e redistribuir a aplicação. Existe também um problema conhecido como *binary breakage* — os binários poderão ficar obsoletos aquando de uma nova versão do sistema operativo.

Não é surpresa, portanto, que estas plataformas sejam preferidas em ambientes empresariais, extremamente competitivos e onde a rapidez de execução e eficiente gestão de recursos humanos marcam a diferença.

Este artigo visa introduzir o leitor às plataformas de desenvolvimento móvel actualmente disponíveis, com incidência no suporte a nível de API, base de terminais suportados e SDK disponíveis. Será ainda abordado aquele que é considerado um dos maiores desafios durante o processo de desenvolvimento de uma aplicação móvel: a enorme diversidade de terminais e perfis de *hardware/ software* actualmente no mercado, problema denominado por fragmentação (*device fragmentation*). Para finalizar serão indicadas algumas das futuras plataformas ou evoluções das plataformas existentes que deverão a curto/médio prazo substituir ou revelarem-se como concorrentes às plataformas actuais.

## 2. Introdução às plataformas de desenvolvimento móvel [1]

Actualmente existem duas plataformas *runtime based* já com bastante peso no mercado e com uma base substancial de terminais suportados: Java Micro Edition (Java ME) da Sun Microsystems, conhecido anteriormente por J2ME, e o Flash Lite da Adobe. Ambas as soluções são compostas por máquinas virtuais baseadas nas vertentes *desktop* (Java SE e Flash), mas tecnicamente redesenhadas e direccionadas para equipamentos limitados em termos de *hardware*, como é o caso dos telemóveis. Além do *runtime*, estas plataformas incluem um conjunto de componentes necessários ao desenvolvimento: API para todo o tipo de funcionalidades, ferramentas de *authoring*, compiladores, *debuggers*, emuladores de terminais e documentação.

### 2.1. Plataforma Java ME [1][3][4]

A página oficial:  
<http://java.sun.com/javame/>

A plataforma Java ME (*Java Platform Micro Edition*) engloba um conjunto de bibliotecas, ferramentas e especificações de máquinas virtuais simplificadas baseadas na máquina virtual original do Java SE,

especificamente desenhadas para pequenos equipamentos com várias limitações a nível de *hardware* (CPU modestos, pouca memória RAM, ecrãs de pequenas dimensões...).

A plataforma Java ME contém uma panóplia de API das mais completas na comunidade *wireless*, desde o suporte de um *stack* Bluetooth, passando por componentes 2D de alto e baixo nível, manipulação de conteúdos multimédia (áudio e vídeo), manipulação de ficheiros e contactos telefónicos, envio e recepção de SMS/MMS, gráficos 3D, SVG (*Scalable Vector Graphics*), *web services*, conexões via *sockets* TCP e UDP ou via HTTP/HTTPS, persistência de dados, extensões de segurança ponto-a-ponto e criptografia para protecção de dados, *tracking* GPS, etc.

Mas a vantagem mais significativa desta plataforma passa pela sua posição sólida no mercado: mais de 700 modelos diferentes de terminais incluem uma implementação do Java ME, que continua activamente suportada pelos principais fabricantes e operadores móveis, bem como por uma vasta comunidade de programadores de todo o mundo. O sentido de *developer community* está bastante presente, sendo muito fácil a entrada no mundo do desenvolvimento móvel devido aos inúmeros tutoriais, *papers*, artigos técnicos e de opinião presentes nos *sites* dos principais fabricantes, nomeadamente o *developer hub* da Nokia, Sony Ericsson e Motorola, bem como o *site* da Sun, inteiramente dedicado à plataforma onde podem ser encontradas todas as especificações e documentação relevantes.

A tecnologia Java ME está conceptualmente dividida em três componentes distintos: configurações (*CONFIGURATIONS*), perfis (*PROFILES*) e bibliotecas adicionais (*OPTIONAL PACKAGES*) que, quando combinadas, asseguram um ambiente de desenvolvimento robusto e flexível.

Uma configuração consiste num conjunto de especificações e requisitos que definem a implementação de uma máquina virtual direccionada para equipamentos portáteis e de características limitadas, associado a um leque de API Java básicas que formam a funcionalidade *core* para que seja possível correr uma aplicação Java ME. Existem duas configurações disponíveis: CLDC (*Connected Limited Device Configuration*) e CDC (*Connected Device Configuration*).

A diferença entre estas configurações reside essencialmente nas características do *target* — a CLDC é direccionada para dispositivos muito limitados em termos de processamento, memória e autonomia, nomeadamente telemóveis, enquanto que a CDC aponta para dispositivos mais potentes.

Uma configuração apenas define os requisitos da VM e um pequeno *subset* de API que formam o *core* da plataforma. Deverá ser complementada com um conjunto de API de alto nível que proporcionam o nível de funcionalidade que se espera de uma plataforma de desenvolvimento. Este conjunto de API é denominado por perfil e engloba as bibliotecas responsáveis pela criação de interfaces de utilizador, conectividade, persistência de dados, controlo de fluxo da aplicação, manipulação de eventos, etc. A cada configuração corresponde um ou mais perfis. No caso da CLDC, o perfil disponível é o MIDP (*Mobile Information Device Profile*). No caso da CDC existem 3 perfis - *Foundation Profile*, *Personal Basis Profile* e *Personal Profile*.

No entanto, é a combinação CLDC/MIDP que é considerada a plataforma Java ME preferencial, tanto para telemóveis, como *smartphones*, devido principalmente às limitações que persistem nestes equipamentos e também ao contínuo desenvolvimento nestes componentes.

Existem ainda API opcionais que, contrariamente a um perfil, não definem um ambiente de desenvolvimento por si só, mas servem sim como extensão às capacidades da plataforma, como por exemplo, à combinação CLDC/MIDP. Estas bibliotecas, ou pacotes opcionais, são responsáveis por uma série de funcionalidades adicionais, tais como conectividade Bluetooth, manipulação de conteúdo multimédia (visualização, gravação e *streaming* de vídeos e áudio), envio e recepção de SMS/MMS, funções de PIM (*Personal Information Manager*), suporte para SVG, *web services*, acesso ao sistema de ficheiros, etc. O carácter opcional destas bibliotecas prende-se com o facto de nem todos os terminais suportarem as mesmas funcionalidades, sendo que estas estão dependentes de características técnicas tanto a nível de *hardware*, como de *software*. Por esta razão, não seria viável incluir estas API num perfil como o MIDP, visto que isso iria restringir a plataforma de suportar o maior número possível de terminais e, assim, reduzir a portabilidade da mesma.

A Figura 1 contém uma representação do *stack* que compõe a plataforma Java ME, onde podemos ver a disposição dos componentes por ordem hierárquica, bem como algu-

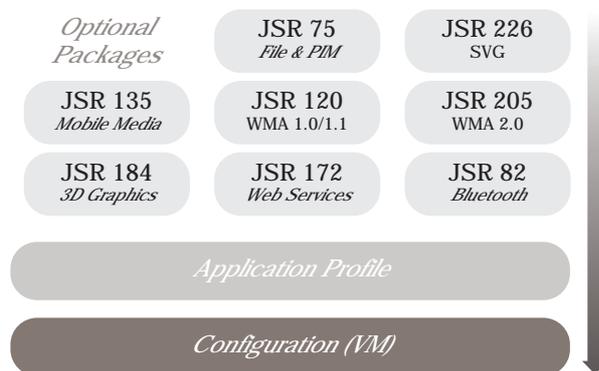


Figura 1 - Pacotes Opcionais Java ME

mas das API opcionais mais relevantes.

Na plataforma Java ME, é comum ver a designação JSR (*Java Specification Request*) normalmente associada a uma biblioteca. Uma JSR contém um identificador que designa o documento de especificação da API. Estes documentos podem ser consultados no *site* da Java Community Process, uma organização composta pelos principais *players* do mercado *wireless* (Nokia, Sony Ericsson, Vodafone, Spring, Motorola, etc.) com mais de 1200 participantes corporativos e individuais, cujo objectivo passa por estabelecer um processo de engenharia de *software* que permita monitorizar e contribuir activamente para o desenvolvimento da plataforma Java, o que naturalmente engloba a vertente Micro Edition.

### 2.1.1. O problema da fragmentação da plataforma — quais as causas e como minimizar o problema [4][5][6]

O sucesso galopante da plataforma CLDC/MIDP projectou o aparecimento de diversas API opcionais no sentido de proporcionar aos programadores as ferramentas necessárias para que tirassem o máximo partido dos terminais. Este factor, agravado pela segmentação do

mercado de telemóveis em baixa, média e alta gama, fez com que se tornasse cada vez mais complicada a tarefa dos programadores em determinar um *target* que lhes proporcionasse um ambiente de desenvolvimento “previsível”, ou seja, saber quais são as API suportadas nos terminais onde se pretende instalar a aplicação. Este problema é conhecido por fragmentação da plataforma, que ocorre devido à enorme diversidade tanto no *hardware* dos telemóveis (diferentes resoluções de ecrãs, diferentes *aspect ratios*, capacidades multimédia, opções de conectividade, RAM disponível, velocidade de CPU), como na qualidade da própria implementação do *runtime* de Java ME.

Esta situação obrigava os programadores a optar pela distribuição de diferentes binários, um para cada segmento ou grupo de terminais que partilhassem características semelhantes. No entanto, esta prática leva a gastos exagerados tanto no desenvolvimento do código, como também na sua distribuição e posterior manutenção (novas versões e *patches*), não sendo por isso a solução ideal para o problema. Na verdade, perdia-se grande parte da portabilidade e, portanto, grande parte da vantagem em usar a plataforma JavaME.

No sentido de minimizar este problema, a JCP (*Java Community Process*), juntamente com alguns dos maiores fabricantes de equipamentos e empresas licenciadas pela Sun para produzir máquinas virtuais baseadas em CLDC/MIDP, iniciaram um processo de criação de um *standard* que definisse em concreto uma única plataforma baseada em Java ME e unificasse o ambiente de desenvolvimento.

Esta plataforma devia combinar um conjunto pré-definido de API, com especificações de uma máquina virtual, que respeitasse um determinado vector de requisitos mínimos.

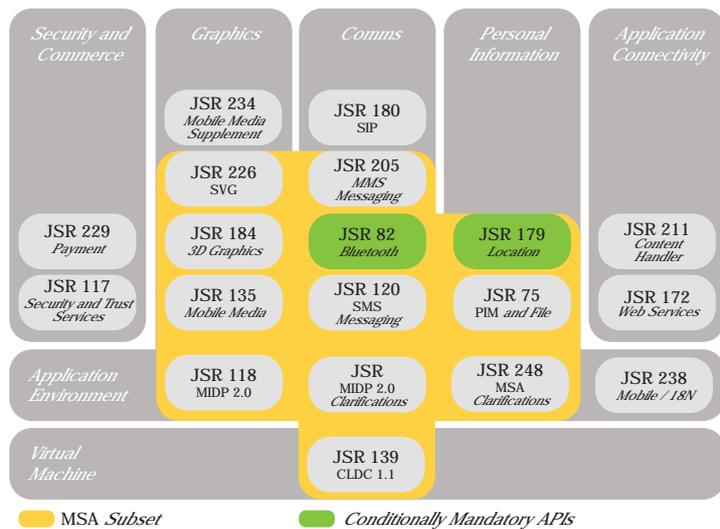


Figura 2 - Arquitetura MSA, cortesia Sun Microsystems

Surge assim em 2003 a primeira especificação de uma plataforma ou *application environment stack*, o JT-WI (*Java Technology for the Wireless Industry*). Actualmente, este *standard* está a ser substituído progressivamente por um novo que admite já um largo leque de API capazes de tirar partido do potencial da última geração de telemóveis, o MSA (*Mobile Service Architecture*) (Figura 2).

### 2.1.2. Aplicação JAVA ME desenvolvida *in-house*, nome de código: MITHRIL

Neste momento, está em fase de desenvolvimento uma aplicação baseada na tecnologia Java ME no departamento de Plataformas e Produtos da PT Inovação em Aveiro. Trata-se do *Mithril* (Figura 3), uma aplicação cliente direccionada para a utilização em telemóveis, cujo objectivo é unificar os dois principais serviços multi-

média de valor acrescentado disponibilizados pelas plataformas DiNO e M-WiPEP, facultando:

- Um módulo semelhante a uma *online store* onde o utilizador poderá fazer *browsing* pelos conteúdos multimédia actualmente disponíveis na plataforma DiNO, como toques, imagens, músicas, vídeos ou jogos, fazer a compra e posteriormente efectuar o *download* para o seu telemóvel;
- Um cliente de Mobile TV, com suporte para subscrição de pacotes de canais, *seamless channel switching* — *zapping* rápido de canais — e visualização *full screen*.

A principal razão da escolha da plataforma Java ME para este projecto prende-se com o seu maior desafio, que é o de suportar o maior número de terminais multimédia actualmente no mercado e proporcionar nestes uma experiência de visualização semelhante. Estima-se um *target* bastante elevado de mercado (cerca de 95% da plataforma Nokia S60, 70% Sony Ericsson e qualquer outro terminal que corresponda aos

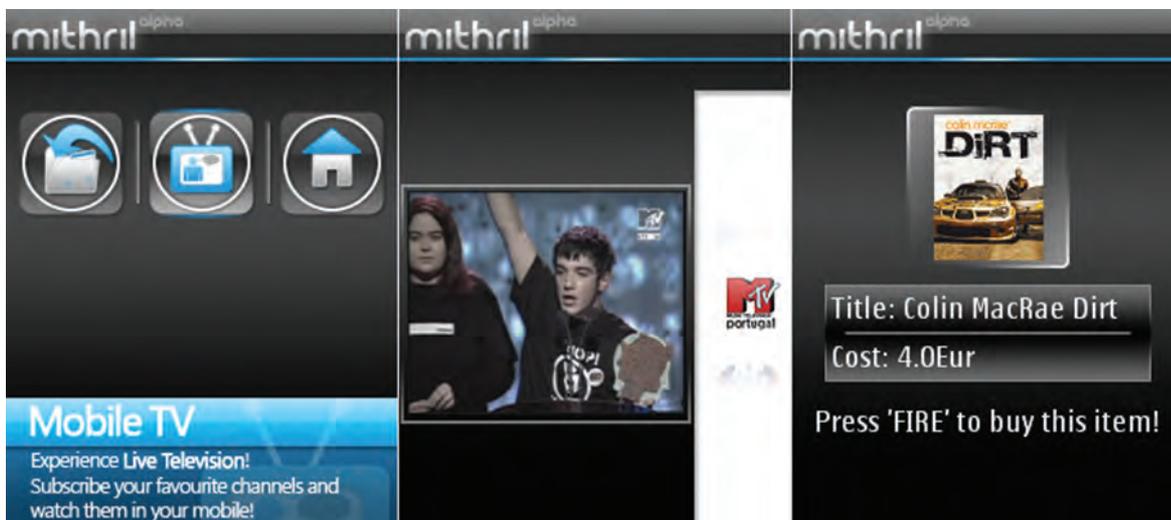


Figura 3 - Aplicação Mithril

requisitos mínimos CLDC/MIDP/JTWI). A aplicação *Mithril* leva a portabilidade do Java ME ao limite, sendo que seria praticamente impossível utilizar outra plataforma dentro do enquadramento pretendido em termos de requisitos de mercado.

### 2.1.3. Ferramentas necessárias para o desenvolvimento em ambientes JAVA ME [7]

A ferramenta indicada para o início do desenvolvimento em Java ME é o Netbeans 6.x com *Mobility Pack*, para verificação do código, compilação, ofuscação e emulação (*debug*). São também disponibilizadas nos fóruns de desenvolvimento dos maiores fabricantes, como a Nokia, Sony Ericsson e Motorola, diversas SDK que permitem testar o compor-

tamento geral da aplicação.

### 2.2. Plataforma Flash Lite [2]

Página Oficial:

<http://www.adobe.com/products/flashlite/>

O Adobe Flash Lite é outra plataforma de desenvolvimento móvel com bastante projecção de momento. Tal como a plataforma Java ME, também o ambiente Flash Lite é baseado num *runtime* que é fundamentalmente uma versão simplificada da versão Flash dos *desktops*. Dado que o cenário de desenvolvimento é semelhante à versão original, a curva de aprendizagem é bastante curta para programadores que estejam familiarizados com as ferramentas de *authoring*, ou IDE.

A plataforma Flash Lite pode ser usada para criar vários tipos de aplicações móveis, desde *wallpapers* e *screensavers* a jogos e outras aplicações ricas em conteúdos. Existem 3 versões principais (1.x, 2.x, 3), embora apenas a partir da segunda versão se possa considerar esta plataforma como uma alternativa viável ao Java ME (as primeiras versões eram bastante limitadas em termos de API). A versão 2 do Flash Lite é baseada na versão *desktop* do Flash 7 e suporta algumas opções interessantes como *parsing* de XML com interpretador de DOM embutido, suporte para TCP/IP, *playback* de vídeo e áudio (de acordo com as capacidades do terminal), *rendering* avançado de texto, etc. Adicionalmente, a versão 2 introduz suporte

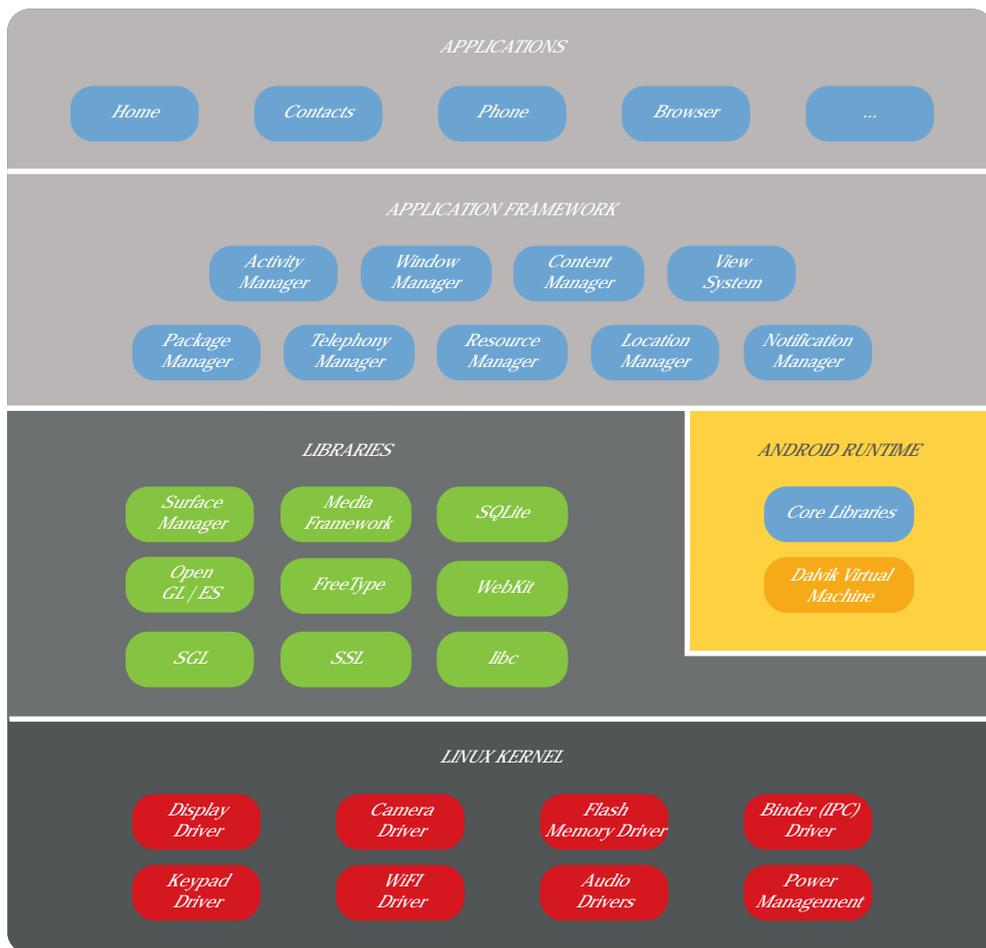


Figura 4 - Arquitetura do Android, Cortesia OpenAlliance / Google

à linguagem de *scripting* ActionScript 2.0, proporcionando ao programador uma poderosa ferramenta adicional no acesso às características intrínsecas ao terminal.

A terceira versão do Flash Lite está, até à data da conclusão deste artigo, a começar o seu processo de distribuição no mercado de terminais, sendo que já se encontra disponível nalguns terminais de topo da Nokia.

Esta nova versão traz inúmeros ajustes e melhoramentos, além de novas *features*, destacando-se o suporte de conteúdo FLV, o formato mais popular de vídeo da Internet, fortemente utilizado em *sites* como o YouTube e o MySpace, bem como a capacidade de reproduzir conteúdos Flash 8, aproximando cada vez mais a experiência de visualização entre o que é possível esperar no *desktop* e no telemóvel.

### 2.2.1. Base de suporte

Em termos de suporte no mercado, a versão 1 é ainda aquela com maior número de terminais suportados, o que é um entrave à afirmação da plataforma, embora as versões mais recentes estejam gradualmente a substituir a primeira versão, consoante a disponibilidade de novos terminais e actualizações de *firmware* aos equipamentos existentes. Em termos de *share* do mercado, a plataforma Flash Lite continua atrás do Java ME, com uma base de terminais substancialmente menor.

Uma desvantagem bastante forte é que toda esta tecnologia é fechada, proprietária, limitada a apenas alguns sistemas operativos móveis (S60, S40, Windows Mobile e BREW), estando a utilização das *suites* de desenvolvimento dependente da aquisição de licenças. O que contrasta com a plataforma Java ME, uma tecnologia aberta onde os próprios fabricantes disponibilizam os seus emuladores e ambientes de desenvolvimento de forma gratuita.

### 2.2.2. Ferramentas necessárias para o desenvolvimento na plataforma Flash Lite

Todos os estágios de desenvolvimento de uma aplicação baseada na plataforma Flash Lite, desde o *design* até à fase de testes e distribuição, estão integrados num único ambiente, Adobe Flash CS3 + Adobe Device Central CS3 (conjunto de emuladores para testes).

## 3. Tecnologias e plataformas emergentes

### 3.1. Plataforma JAVA FX MOBILE [8]

Ainda em fase de desenvolvimento, o projecto Java FX Mobile propõe uma solução diferente. Em vez de ser mais um *runtime* a correr sobre o sistema operativo nativo, consiste num *stack* de aplicações integrado com uma camada *middleware* de Java e respectivas API, em cima de um sistema operativo Linux optimizado e, portanto, desenhado com tecnologias 100% abertas.

Sendo baseado na versão 6 da plataforma Java SE, o objectivo principal é conseguir um sistema que seja capaz de assegurar um ambiente consistente numa gama de terminais, reduzindo assim o risco de fragmentação ao mínimo e assegurando um *target* com características comuns, a nível de *hardware* e *software*, no qual os programadores se possam basear para correr as suas aplicações. De notar que o projecto Java FX Mobile é *community-driven*, o que significa que é aberto a qualquer pessoa que pretenda participar no projecto.

### 3.2. Plataforma ANDROID [9]

Página Oficial:  
<http://code.google.com/android/>

O Android surge como outra alternativa ao futuro panorama dos ambientes integrados de desenvolvimento móvel. Tal como o projecto Java FX Mobile, também o Android se baseia num *stack* de *software* incluindo um sistema operativo Linux,

*middleware* (bibliotecas, interpretadores, máquinas virtuais) e aplicações de topo (as aplicações acessíveis ao utilizador final e que lhe permitem tirar partido das funcionalidades básicas do terminal, como fazer chamadas, enviar mensagens, etc.).

O projecto Android está a ser desenvolvido pela *Open Handset Alliance*, um grupo de 30 *experts* em tecnologia móvel incluindo a HTC, LG, Motorola, Google, NVIDIA e muitos mais. É uma tecnologia aberta, sendo que já se encontra disponível uma SDK para *download* na página oficial do projecto para os *early adopters* que podem começar a desenvolver e testar as suas aplicações para esta nova plataforma.

A linguagem utilizada no desenvolvimento de aplicações para a plataforma Android é Java puro, o que lhe garante para já uma enorme comunidade de programadores que se poderão sentir tentados a experimentar pela primeira vez desenvolver para terminais móveis.

Desde que a SDK foi disponibilizada que a plataforma Android tem gerado bastante expectativa por parte dos entusiastas da comunidade e também suscitado interesse por parte de programadores que nunca se iniciaram na indústria móvel, no que diz respeito ao que virá a ser o produto final. Como qualquer tecnologia emergente, o Android ainda tem um longo caminho a percorrer. Existem já alguns terminais em fase de testes, no entanto, o derradeiro factor de sucesso estará, como é de prever, na base de terminais suportados e na forma como a plataforma lidará com o risco de fragmentação, aquando de uma eventual expansão para vários equipamentos.

# 02

## Shjnet<sup>®</sup> Service Delivery Framework (SDF)

palavras-chave:  
Shjnet<sup>®</sup>, SDF, IMS, BSS, OSS,  
OCS, SLEE, OMA, eTOM



Nuno Silva



Vitor Santos



Cláudio Lobo



Mário Rui Costa

Um *Service Delivery Framework* (SDF) disponibiliza um ambiente para a criação, instalação e execução de serviços, de uma forma rápida e eficiente, permitindo uma integração com infra-estruturas de rede heterogêneas, sistemas OSS/BSS e terceiras entidades, de acordo com os princípios arquitecturais SOA (*Service Oriented Architecture*), em consonância com a arquitectura OMA OSE (*Open Mobile Alliance — Open Services Environment*) e em perfeita sintonia com os processos e modelos de informação promovidos pelo TMForum.

A PT Inovação, empresa de referência no fornecimento de serviços e aplicações, no âmbito do programa Shjnet<sup>®</sup> (*Service Handling on IP networks*), está a desenvolver um SDF convergente, capaz de integrar

com redes / ambientes legados (NGIN, SS#7, etc.) e redes de nova geração (IMS/TISpan, IPTV, etc.).

Este artigo descreve o estado da arte e os aspectos tecnológicos associados às novas plataformas de serviços, bem como a solução preconizada pela PT Inovação para a evolução das suas plataformas de serviços para um SDF convergente, em conformidade com os *standards* e as melhores práticas de mercado.

## 1. Introdução

Um *Service Delivery Framework* (SDF) define uma base arquitetural de referência que permite a criação, instalação, execução, orquestração e gestão de serviços de uma forma ágil, eficiente e integrada, num ambiente de convergência entre redes, recursos e serviços.

O SDF surgiu como uma consequência da própria evolução da rede e dos sistemas de informação, substituindo um conjunto de plataformas verticais *siló-based* (geralmente designadas por SDP — *Service Delivery Platforms*) por uma arquitectura comum e estratificada, endereçando as redes e sistemas de informação legados e de nova geração.

O SDF — por vezes designado por SDP 2.0 — é construído tendo como base os conceitos SOA (*Service Oriented Architecture*), sugerindo e sustentando a integração, a reutilização e a orquestração eficientes dos vários componentes, tendo associado igualmente todos os aspectos de gestão do ciclo de vida dos

serviços e a sua migração para redes *all-IP*, baseadas nos *standards* 3GPP IMS e ETSI TISPAN (IMS/TISPAN, *wireless*, *wireline*, etc.).

Um SDF, para além de utilizar *standards-IT* e Telco, deve definir claramente um conjunto de camadas funcionais para a execução e exposição de serviços, utilizando componentes (*enablers*) que disponibilizam interfaces para outros componentes, abstraindo aspectos de implementação e a complexidade, específicos das redes ou dos protocolos.

Os serviços e/ou aplicações que executam no SDF devem partilhar um ambiente comum, ou seja, devem utilizar um conjunto de *enablers standard*, um repositório central e comum de serviços, de perfis e identidades, de SLA, de conteúdos, de gestão integrada dos ciclos de vida dos serviços, de interfaces comuns para OSS/BSS, etc.

Um SDF promete assim agilidade no *delivering* de novos serviços e aplicações, potenciando a reutilização de capacidades, facilitando

a integração com os sistemas envolventes, baseados em interfaces *standards*, e criando um nível de abstracção superior.

A PT Inovação, no âmbito do programa Shjnet<sup>®</sup>, tem vindo a desenvolver um SDF convergente de nova geração, peça fundamental para a camada de serviços de qualquer fornecedor de serviços.

A Figura 1 representa conceptualmente o SDF convergente da PT Inovação, residente no *Service Layer* da arquitectura Shjnet<sup>®</sup>.

Na Figura 1 é possível identificar as plataformas de execução de serviços (SDP) e um conjunto de *enablers* (Unibox, DiNO, Loc@Cel, XAF, Presença, etc.) que disponibilizam um conjunto de funcionalidades específicas, e que podem ser utilizados pelos vários serviços para dar maior valor aos mesmos.

## 2. Descrição do sistema ou solução

O Shjnet<sup>®</sup> SDF está devidamente alinhado com o grupo de trabalho

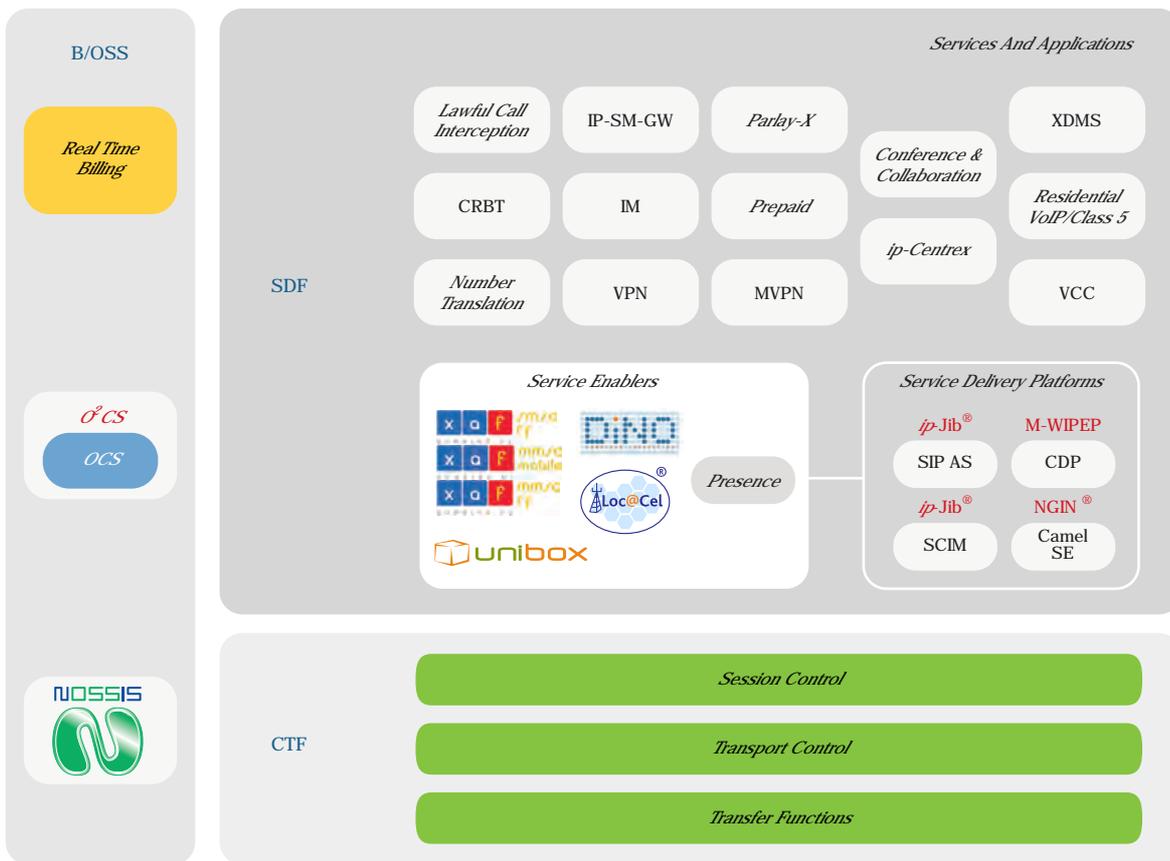


Figura 1 - Shiptel<sup>®</sup> Service Delivery Framework (SDF)

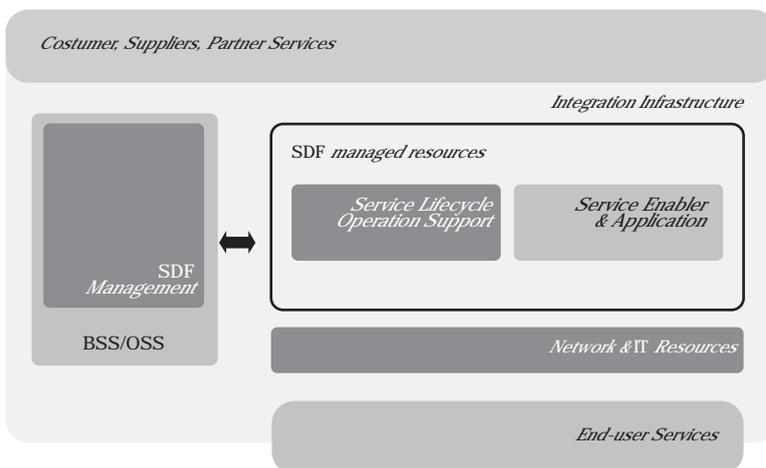


Figura 2 - TMForum SDF

*Service Delivery Framework* do TM-Forum, que descreve um modelo de referência para a gestão e execução de serviços convergentes de próxima geração, independente das tecnologias de rede suportadas para a implementação dos serviços (Figura 2).

A área de *SDF Managed Resources* subdivide-se nas áreas de *Service LifeCycle Operation Support* e *Service Enabler & Application*.

### 2.1. Ambiente de execução de serviços

Do ponto de vista de execução dos serviços (*Service LifeCycle Operation Support*), o shiptel<sup>®</sup> SDF deve disponibilizar os seguintes componentes:

- > Servidores aplicativos, os próprios ambientes de execução de serviços (SLEE - *Service Logic*

- Execution Environment*), dedicados a domínios de negócio específicos, baseados em tecnologias *standards*, por exemplo em Java SLEE — Java *Service Logic Execution Environment (event-driven)* e/ou SIP-*Servlets*, com requisitos de elevado desempenho, elevada interoperabilidade, mecanismos de alta fiabilidade e elevada tolerância a falhas. Alguns exemplos de SLEE: CSE — *Camel Service Environment* para serviços CAMEL; *Application Server— SIP* para serviços tipicamente IMS; IPTV; Portais Web;
- > Serviços comuns, como componentes auto contidos, que expõem e disponibilizam funcionalidades bem definidas e reutilizáveis no contexto de uma ou mais áreas de negócio;
  - > Um conjunto de *Service Enablers*, módulos reutilizáveis que abstraem recursos e sistemas aplicativos (por exemplo, Presença, Localização, *Messaging*, *Charging*, VCC, etc.), expondo funcionalidades bem definidas para o acesso aos sistemas;
  - > Um conjunto de *Resource Adapters*, módulos reutilizáveis que fornecem abstracção para diálogo com os recursos de rede (interface SDF *southbound*), expondo funcionalidades bem definidas;
  - > Um conjunto de aplicações/ serviços especializadas para um dado domínio funcional (por exemplo, IP Centrex, VPN, VCC, Classe 5, VoIP *Residencial*, IP *Trunking*, Conferência e Colaboração, etc., incluindo os serviços tradicionais de Voz e Dados);
  - > Um nível de exposição e controlo das funcionalidades dos Serviços e *Service Enablers* para terceiras entidades (interface SDF *northbound*);
  - > Um orquestrador de serviços de tempo real, que combina e coordena a execução de múltiplos *Service Enablers*, *Resource Adapters* e Serviços, de forma a criar Serviços de valor acrescentado (por exemplo, ip-Centrex integrado com VCC e mVPN);
  - > Mecanismos para a execução de regras de controlo de serviços por forma a garantir SLA definidos com clientes e garantir os SLA definidos com prestadores de serviços externos;
  - > Mecanismos uniformizados de Adaptação e Entrega de Conteúdos, com suporte multicanal, com identificação da rede e terminal de acesso, com adaptação dos conteúdos ao meio e terminal, com integração com componentes de Gestão Centralizada de Conteúdos e com componentes de gestão de direitos de autor;
  - > Mecanismos de Gestão Federada de Identidade que, numa perspectiva *user-centric*, permita a ubiquidade, a convergência e a privacidade no acesso aos serviços e a própria personalização destes pelos utilizadores, eliminando a fragmentação de múltiplos identificadores e simplificando os métodos de autenticação. Potencia-se assim a utilização de um mesmo identificador para múltiplos serviços “entregues” sobre diferentes redes estratificadas e federadas, interligando múltiplos operadores, *services providers*, *content providers*, etc., incluindo mesmo os próprios utilizadores como *providers*.
- 2.2. Gestão do ciclo de vida dos serviços
- Do ponto de vista de gestão do ciclo de vida dos serviços (*Service Lifecycle Management and Support*), o shjnet<sup>®</sup> SDF deve dar resposta aos seguintes requisitos:
- > Disponibilizar um ambiente de criação de serviços (SCE) capaz de gerar os artefactos necessários para a instalação e execução dos serviços, e que forneça mecanismos para a gestão integrada do *portfolio* de serviços, e que potencie o desenvolvimento de serviços pelo próprio operador;
  - > Disponibilizar um ambiente de instalação dos serviços (*Service Deployment*) nos ambientes de execução, que permita gerir aspectos como a distribuição dos artefactos pelos ambientes físicos, a interacção com mecanismos centralizados de *registry* e localização de serviços e com mecanismos de gestão e controlo da exposição de funcionalidades;
  - > Disponibilizar um ambiente de Gestão dos serviços instalados no ambiente de execução dos serviços (*Service Management*), que disponibilize mecanismos para a efectiva gestão do estado administrativo e operacional dos serviços, bem como de aspectos infra-estruturais relativos aos ambientes de execução que suportam os serviços (*Infrastructure Management*).
- 2.3. *Business and Operations Support System*
- A área de “SDF *Management*” corresponde às funções tradicionais de OSS - *Operations Support Systems* e BSS - *Business Support Systems*, onde as entidades funcionais existentes devem seguir a referência de agregação funcional sugerida pelo mapa de operações eTOM (*enhanced Telecom Operations Map*), definido pelo TMForum.
- No entanto, para que estes sistemas ajudem um operador a enfrentar adequadamente os novos desafios, devem disponibilizar uma maior flexibilidade, agilidade e capacidade para uma eficiente resposta em três vertentes:
- 1 - aos requisitos de marketing;
  - 2 - ao desenvolvimento de novos serviços e aplicações;
  - 3 - ao aparecimento de novos modelos de negócio.

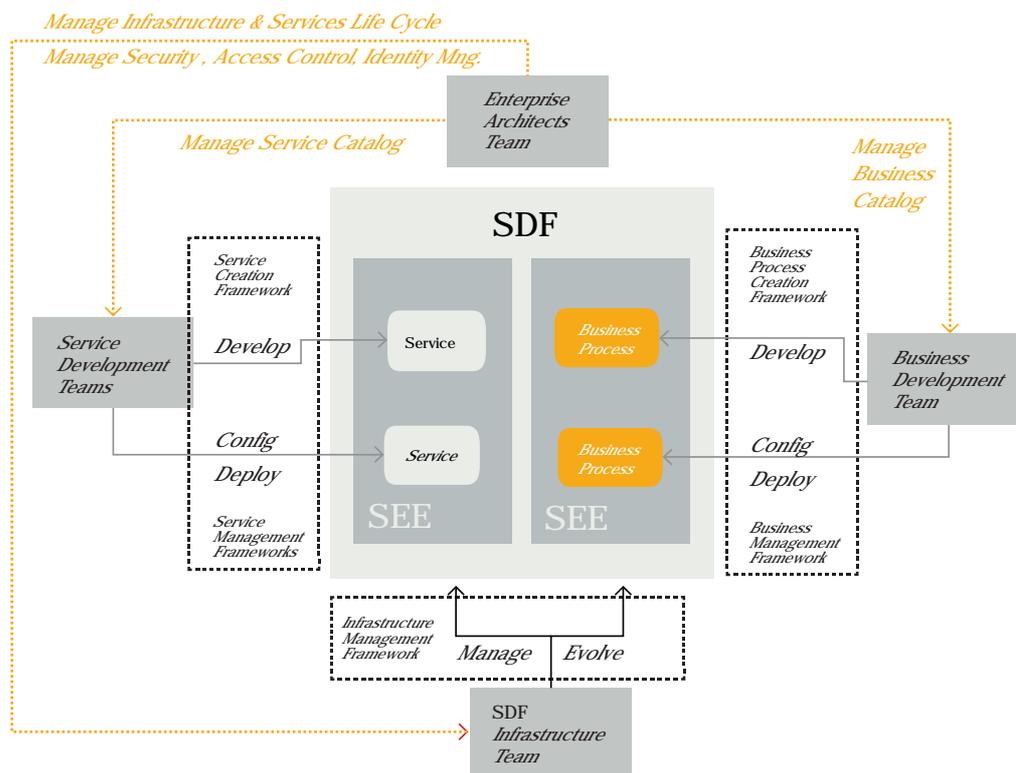


Figura 3 - SDF e organização empresarial

O SDF assim caracterizado sugere não só aspectos de evolução arquitetural e tecnológica, mas subentendendo acima de tudo uma mudança de paradigma na área de SI, onde a construção e manutenção de produtos, de serviços e dos processos de negócio que os suportam é crucial para a sobrevivência de um operador.

O Shímet® SDF destaca assim, nesta área, como aspecto chave da mudança de paradigma, a uniformização dos processos de negócio, a sua ágil manutenção e a sua integração em tempo real e *online* com os ambientes de execução de serviços (SDP).

Para além disso, os princípios de orientação ao serviço, de distribuição, elevada interoperabilidade e de flexibilidade na construção de processos de negócio promovem o aparecimento de novas equipas horizontais com responsabilidades

bem definidas (Figura 3), por oposição à organização clássica verticalizada por áreas de negócio, principal factor do surgimento dos famosos silos verticais.

Assim sendo, a área de SDF *Management* deve compreender mecanismos para o suporte à criação, distribuição e manutenção de processos de negócio.

Nesse sentido, o Shímet® SDF deve dar resposta aos seguintes requisitos:

- > Disponibilizar um ambiente de criação de processos de negócio, capaz de criar e modelizar processos pelo uso, eventualmente orquestrado, de serviços disponibilizados pelos ambientes de execução constituintes do *SDF Managed Resources*,
- > Disponibilizar um ambiente de Gestão dos processos de negó-

cio, que faculte mecanismos verdadeiramente flexíveis para a sua manutenção e evolução, no sentido do não constrangimento da dinâmica do negócio;

- > Os dois ambientes acima referidos devem suportar um modelo de informação de negócio corporativo como linguagem comum de integração funcional de sistemas — modelo canónico empresarial tendo o SID como referência;
- > Os mesmos ambientes referidos devem estar assentes sobre um ESB (*Enterprise Service Bus*) comum onde, respeitando o modelo canónico, todos os sistemas expõem funcionalidades.

Tendo como referência o modelo eTOM, o Shímet® SDF posiciona-se nesta área de B/OSS cobrindo as principais funções que se destacam na Figura 4.

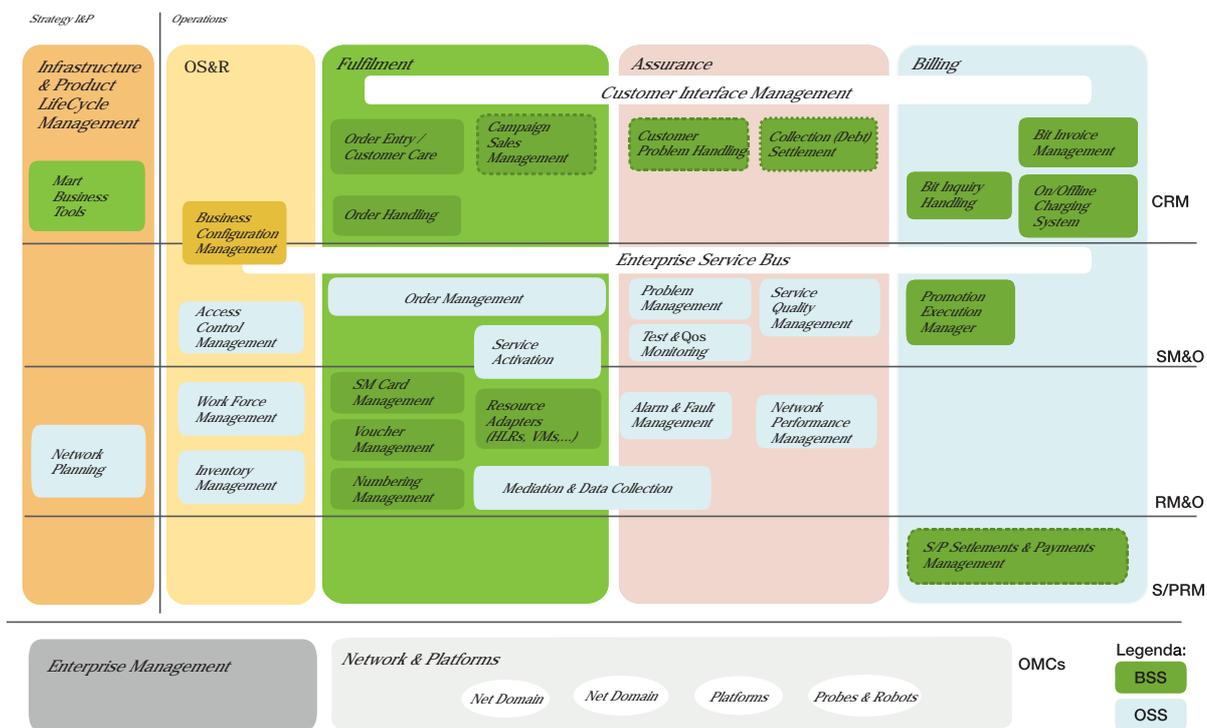


Figura 4 - Cobertura Shjnet® do modelo eTOM

### 2.3.1. Sistema de *charginge billing*

Outra vertente, com equivalente importância nesta área de B/OSS, prende-se com os aspectos de *charginge* e de *billing* onde tradicionalmente os operadores possuem diversos sistemas de *ratinge* de *billing* verticais.

Numa mudança global de paradigma, em que os operadores devem passar de uma perspectiva *service-centric* para *user-centric*, faz sentido que passe a existir um mecanismo centralizado de *ratinge charginge*, de facturação e de cobranças, para todos os clientes e serviços, independentemente das redes e sistemas utilizados.

Nesse sentido, o Shjnet® SDF defende a adopção do conceito de *Real Time Convergent Billing*, disponibilizando um sistema único de *ratinge charginge*, o O<sup>2</sup>CS - *Online/Offline Charging System* - e um sistema de *billing* convergente, ambos integrados, assentes nos princípios SOA,

e dotados de extrema agilidade na definição e disponibilização de novas campanhas e promoções de novos serviços e modelos de negócio.

O O<sup>2</sup>CS deve alinhar simultaneamente com a normalização OCS do 3GPP (*release 8*) e com o *Enabler Charging* do OMA, respondendo aos principais aspectos de:

- > Convergência, aplicado a qualquer tipo de cliente e de serviço, integrando diferentes modelos de negócio tais como Pré-Pago e Pós-Pago;
- > Capacidade para influenciar, *online* e em tempo real, o acesso e a utilização (*credit authorization*) e contabilização continuada (*accounting*) da prestação de serviços. Disponibiliza também *charginge offline* apenas com a diferença funcional que não influencia a prestação do serviço no momento da sua utilização;

> Flexibilidade e rapidez na criação de novas estratégias de promoções personalizadas, assim como a configuração eficiente de novas regras de tarifação;

> Abertura através do suporte de interfaces normalizadas, funcionando como um *Service Enabler* para qualquer SDP ou outro sistema, e tecnologicamente evoluído através de uma arquitectura modular e assente em tecnologias ágeis que facilitam a sua manutenção e evolução.

### 3. Alinhamento com o OMA

O grupo OMA (*Open Mobile Alliance*) definiu o ambiente OSE (*OMA Service Environment*), que serve como base de referência para o *Service Layer* de qualquer fornecedor de serviços.

O principal propósito do OSE é o de promover um conjunto de princípios arquitecturais que justifica a especificação e desenvolvimento de *Ser-*

*vice Enablers*, componentes funcionais normalizados, peças comuns de base para a construção de serviços.

A especificação de *Enablers* é o trabalho de fundo da OMA, sendo estes vistos como as entidades que trazem para um *Service Environment* os seguintes aspectos:

- > São componentes nativa e uniformemente inter-operáveis, que promovem a integração entre serviços e sistemas desenvolvidos por diferentes fornecedores;
- > Promovem a reutilização, na medida em que permitem que funções comuns sejam agrupadas em componentes normalizados disponíveis para todos os serviços;
- > Como consequência dos anteriores, reduzem o esforço de desenvolvimento de novos serviços.

Em resumo, a grande motivação para a especificação de *Service Enablers* é a redução de complexidade no desenvolvimento, distribuição e integração de sistemas que suportam o negócio dos operadores, combatendo os silos verticais.

Pela importância dos princípios aqui expostos como potenciadores de uma construção adequada de um ambiente de execução de serviços convergentes de nova geração, o *Sh/zn*® SDF considera-os como fundamentos da sua arquitectura.

#### 4. Relação com IMS

O IP *Multimedia Subsystem* (IMS), idealizado originalmente para a área móvel e normalizado pelo *3rd Generation Partnership Project* (3GPP), defende uma arquitectura para oferta global de serviços multimédia.

O IMS pressupõe a criação de várias camadas horizontais baseada numa infra-estrutura IP global para suportar convergência fixo/móvel, potenciando a construção de serviços complexos e agregados que podem ser disponibilizados sobre qualquer tipo de rede.

No entanto, não desenvolve ainda com o devido detalhe, ou mesmo não refere como um todo, aspectos relacionados, por exemplo, com a criação e gestão integrada do ciclo de vida dos serviços, com a exposição e controlo de funcionalidades mesmo para entidades terceiras, com a própria reutilização dessas funcionalidades, com abstracção das redes e protocolos, com gestão de identidades, com orquestração de processos de negócio. Estes e outros aspectos são considerados peças chave na definição do conceito SDF, complementando assim a arquitectura IMS.

Noutra perspectiva, o SDF pode ser visto sem o IMS, gerindo a entrega e orquestrando serviços sobre redes pré-IMS. Ou seja, as duas arquitecturas/tecnologias podem coexistir como peças vitais de um ecossistema onde, de forma colaborativa, são

construídos e geridos serviços convergentes de nova geração.

Em suma, e nesta perspectiva de relação com o IMS, o SDF é uma nova camada de integração e gestão de serviços e aplicações sobre redes puras IMS e não IMS, promovendo a ponte entre elas para a construção de serviços de valor acrescentado. Com o ganhar do *momentum* do IMS nos próximos anos, as redes legadas irão reduzir a sua expressão. No entanto, o SDF continuará integralmente válido com o princípio fundador de uma verdadeira integração entre os domínios TI vs Telco.

#### 5. Importância para os negócios do grupo PT

As diversas operações de telecomunicações do grupo enfrentam hoje os mais diversos desafios, mais ou menos intensos, dependendo do seu enquadramento geográfico e da envolvente comercial, desde o combate à forte concorrência, vinda até de novos *players* (em número elevado, ágeis e com soluções inovadoras e tecnologicamente avançadas), passando pelas mudanças comportamentais da sociedade, traduzindo-se em clientes mais sofisticados e exigentes (mais facilidade, maior integração, maior disponibilidade e mobilidade, mais *context aware*), terminando nas dificuldades internas que sentem ao enfrentarem estes e outros desafios.

A solução *Sh/zn*® SDF é assim um meio para que as operações do grupo possam enfrentar adequadamente os principais desafios através da resolução das principais dificuldades, nomeadamente:

- > Eliminar a existência de silos verticais, difíceis de integrar e de manter e dependentes de fornecedores;
- > Eliminar soluções baseadas em arquitecturas monolíticas levando os fornecedores a alinharem as

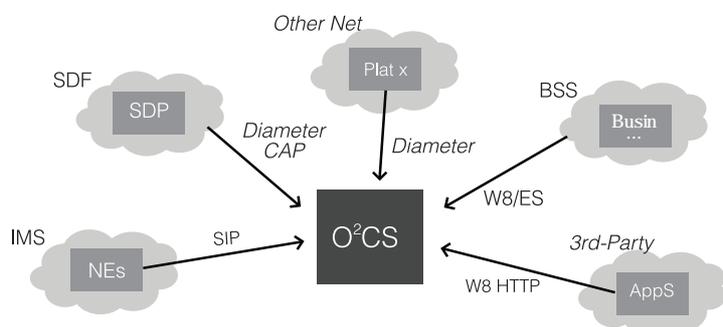


Figura 5 - Enquadramento O²CS

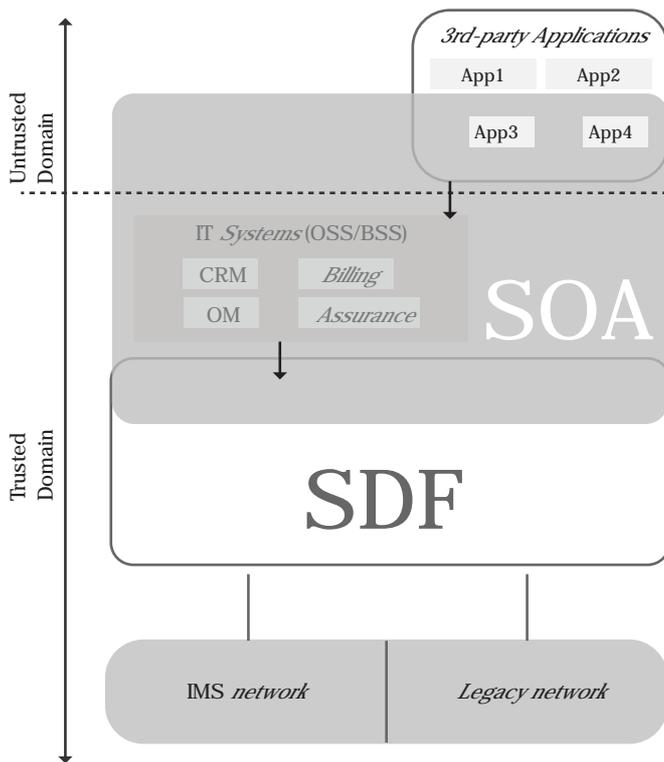


Figura 6 - Perspectiva SDF vs IMS

suas soluções cada vez mais por funções baseadas em modelos de referência;

- > Reduzir os custos de investimentos e operacionais no desenvolvimento de novos serviços e na sua manutenção;
- > Controlar e gerir melhor, e de forma integrada, o *portfolio* de serviços que cada vez mais são em maior número e com ciclos de vida mais curtos;
- > Responder num *time to market* adequado na introdução de novos serviços, mas agora numa perspectiva de *user-centric* e não de *service-centric*,
- > Manter clientes e cativar novos.

## 6. Conclusões e resultados

Sendo a PT Inovação líder nativa nas áreas de conhecimento estratégicas para o desenvolvimento

do negócio das empresas do grupo PT, onde um dos seus eixos fundamentais assenta no desenvolvimento de Serviços, Soluções e Sistemas, é natural que se continue a posicionar como líder, mas agora de uma nova visão sistémica e operacional, aplicável a qualquer uma das operações de (tele) comunicações do grupo.

Para além de detentora de uma visão estratégica global de evolução, materializada no Shjznet® SDF, a PT Inovação acredita estar na posse de “potentes ferramentas” arquiteturas e tecnológicas que potenciem de forma efectiva os negócios do grupo através da prestação de serviços de consultoria e do fornecimento de produtos e soluções adequados tendo estes como base os seguintes fundamentos e princípios:

- > Evolução não disruptiva de produtos e soluções, rentabilizando o investimento feito, seja em soluções

da PT Inovação ou de terceiros;

- > Disponibilização de produtos e soluções tecnologicamente evoluídos, permitindo a construção de novos serviços de forma:
  - > Mais eficiente, melhorando a forma como se faz;
  - > Mais eficaz, melhorando a qualidade do que se faz;
  - > Mais flexível, alterando a forma como se faz;
- > Disponibilização de produtos e soluções alinhados com *standards* e modelos de referência, potenciando uma maior e melhor integração entre produtos PTIN sem descuidar a integração com terceiros;
- > Os produtos e soluções PTIN não devem impor constrangimentos de integração e/ou funcionais, mas sim serem escolhidos e mantidos em operação pela sua excelência operacional e funcional e não pela sua “amarração” funcional.

Em suma, com o Shjznet® SDF, a PT Inovação garante a evolução não disruptiva das suas plataformas de serviço, tendo como pano de fundo as redes convergentes de próxima geração, em conformidade com os *standards* promovidos pelo 3GPP, ETSI e OMA, com uma integração entre os vários componentes, de acordo com os princípios da arquitectura SOA e as melhores práticas de mercado.

## Referências

- [1] *OMA Service Environment Architecture Document*, Open Mobile Alliance.
- [2] *Service Delivery framework Overview, Release 2.0*, TM Forum
- [3] *SDF - Industry Groups Positioning Document, Version 2.0*, TM Forum.
- [4] *Enhanced Telecom Operations Map® (eTOM), Business Process Framework Release 7.0*, TM Forum.
- [5] *TS 32.296 V8.2.0, Online Charging System (OCS) - Applications and Interfaces Release 8*, 3GPP.
- [6] *TS 32.240 V8.3.0, Charging Architectures and Principles Release 8*, 3GPP.
- [7] *OMA Online Charging Interface*, Open Mobile Alliance
- [8] *3GPP/3GPP2 Charging in OMA*, Open Mobile Alliance
- [9] *Descrição da Solução Convergente IP Multimedia Subsystem (IMS) da PT Inovação*, Compromisso shipnet v1, PT Inovação
- [10] *IMS and the Converging Media*, IMS 2.0 World Forum, Nuno Silva, Abril 2008
- [11] *Mashing up SOA, Web 2.0 and IMS Technologies*, 4<sup>th</sup> SDP Global Summit, Nuno Silva, Prague, September 2008
- [12] *SOA and SaaS Approach - Transforming the Legacy*, Nuno Silva & Mário Rui Costa, SOA and Web Services Forum — Marcus Evans, London, November 2008
- [13] *SOA in Practice*, Nicolai M. Josuttis
- [14] *Shipnet® - Arquitectura de serviços e redes de próxima geração*, Nuno Silva, João Plácido, Luís Filipe Silva, Marco Monteiro, José Carlos Amorim, Revista Saber e Fazer Telecomunicações 2007

Nuno Silva, licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro e mestre em Telecomunicações pela University College of London (UCL). Desempenhou funções na PT Inovação no desenvolvimento de produtos RDIS e X.25, tendo trabalhado posteriormente no grupo de Gestão de Redes e Serviços na área de SDH, tendo sido igualmente formador na Gestão de SDH. Exerceu igualmente acções de consultoria em Gestão de Redes e Serviços na PrimeSys (Brasil) e na PT Prime. Participou na elaboração de várias propostas para projectos do IST (*Information Society Technologies*) e estudos do Eurescom, assumindo a liderança dos mesmos. Nos últimos anos tem trabalhado em Redes de Próxima Geração (IMS/TISPAN), tendo liderado o grupo "Redes e Serviços IMS" no departamento de "Serviços e Redes Móveis", tendo sido um dos principais responsáveis pela definição e implementação do Programa Shipnet® da PT Inovação (Fase 1 : 2005-2007). Desde Março 2008, desempenha funções na PT Inovação na área de "Novas Plataformas e Produtos", com especial ênfase na temática da convergência fixo-móvel no "Service Layer" (plataformas IMS e IN), participando na fase de definição e concepção de serviços IMS/TISPAN sobre a plataforma ip-Jib® (SIP Application Server), nomeadamente na linha dos produtos ipCentrex, Classe 5 (VoIP residencial), SIP Trunking, VCC e VPN/ipCentrex Fixo-Móvel convergente. É formador da PT Inovação na área de RPG (IMS/TISPAN), sendo habitual orador convidado em várias conferências relacionadas com IMS, SDP, SOA e OSS/BSS (Informa, IIR, TMForum, Marcus Evans, etc). Participa no grupo SA - Service Aspects do 3GPP. É professor convidado da Universidade de Aveiro, na área de *Information Systems Modeling*.

Vitor Jorge Rodrigues dos Santos, licenciado em Engenharia Informática, ramo de Inteligência Artificial, pela Faculdade de Ciência da Universidade de Coimbra. Na PT Inovação desde 1994, tendo desempenhado diversos papéis na construção e evolução da actual solução NGIN, inicialmente como programador de *software* e mais tarde como responsável pela evolução da plataforma infraestrutural NGIN. Participou nos mais diversos projectos de *start-up* manutenção da solução NGIN nas várias operações do grupo PT, destacando-se na PT Comunicações, na TMN, na Telesp Celular, na Unitel, na Meditel e, por último, na Vivo com o projecto Apolo. Participou também em estudos europeus do Eurescom e do ITU-T. Actualmente é o *Solution Architect* NGIN e encontra-se a liderar a equipa de Arquitecturas e Evoluções de Plataformas da PTIN.

José Claudio Lobo, licenciado em Engenharia Informática pelo Instituto Superior Politécnico Gaya. Desempenhou funções na PT Inovação na área dos sistemas de informação, nomeadamente em projectos de desenvolvimento de sistemas para o mercado fixo de circuitos alugados e de gestão de serviços móveis. Participou igualmente em vários estudos do Eurescom. Nos últimos anos tem trabalhado em funções de arquitecto de sistemas, colaborando actualmente no Núcleo de *Enterprise Architecture* do programa de reestruturação de sistemas de informação da Portugal Telecom.

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 e na área das plataformas de rede inteligente, onde coordenou a equipa de desenvolvimento da plataforma de OM&C. Actualmente desempenha funções na direcção de Coordenação Tecnológica e Desenho de Soluções, nomeadamente na definição do *Service Delivery Framework* da PT Inovação.

## Plataforma *ip-Jib*<sup>®</sup>: *Shipnet*<sup>®</sup> SIP/IMS Application Server

palavras-chave:  
SIP/IMS *Application Server*, JAIN  
SLEE, SIP *Servlets*, SOA, OMA OSE,  
*Service Enablers*, JEE, IMS, TISPAN



Nuno Silva



Marco Monteiro



Paulo Chainho



Pedro Braz



João Baltazar

Com o advento das tecnologias e serviços baseados em tecnologia IP, as plataformas de serviços evoluíram naturalmente no sentido de suportar os principais protocolos das redes de nova geração.

No âmbito da iniciativa *Shipnet*<sup>®</sup> (*Service Handling on IP Networks*), a plataforma *ip-Jib*<sup>®</sup> representa o produto da PT Inovação de servidor aplicativo SIP/IMS para serviços de tempo real, baseado em tecnologia JAVA, dando suporte a um leque diversificado de Facilitadores de Serviço (*Service Enablers*) e aplicações, sendo assim uma peça essencial no posicionamento da PT Inovação na área das redes e serviços de próxima geração.

Dada a referência da PT Inovação no fornecimento de serviços baseados em plataformas de rede inteligente (NGIN), a necessidade de interoperar com serviços que executam nestas plataformas é fundamental, dando o *ip-Jib*<sup>®</sup> igualmente suporte a esta situação, constituindo assim uma plataforma de serviços multimédia, num contexto de convergência fixo-móvel.

## 1. Introdução

Os operadores de comunicações enfrentam grandes desafios colocados pelos emergentes fornecedores de conteúdos e serviços da Internet — e.g., Skype, Google, Yahoo, MSN, etc. — que funcionam num modelo OTT (*Over The Top*)<sup>1</sup>. Uma atitude passiva perante esta evolução do mercado tornará a Portugal Telecom num mero fornecedor de “*pipelines*” — em vias de se tornar um serviço *commodity* — correndo o grande risco de perder o acesso ao cliente final. Para contrariar esta tendência, o Grupo PT terá que ser capaz de criar um novo ecossistema de serviços capaz de satisfazer em tempo útil as necessidades de segmentos de mercado cada vez mais restritos e exigentes. A iniciativa Sh*j*net<sup>®</sup> [1] da PT Inovação procura responder a esta necessidade.

No âmbito da iniciativa Sh*j*net<sup>®</sup>, que tem como base de referência os *standards* 3GPP IP *Multimedia*

*Subsystem* (IMS) [2] e ETSI TISPAN [3], a PT Inovação definiu uma arquitectura estratificada, composta por uma camada relacionada com os aspectos de controlo de sessões e do transporte, designada por *Control Transport Framework* (CTF), e por outra camada relacionada com os aspectos de serviços e aplicações, designada por *Service Delivery Framework* (SDF) [4].

O *j*p-Jib<sup>®</sup> é um dos componentes base do Sh*j*net<sup>®</sup> SDF, disponibilizando para além de um ambiente de execução de tempo real (SLEE) baseado em tecnologia Java, um conjunto de *Service Enablers*, que disponibilizam funcionalidades às aplicações/serviços abstraindo as questões particulares das redes e dos protocolos, bem como um conjunto de conectores para redes de nova geração (*Resource Adapters*).

É de salientar que o *j*p-Jib<sup>®</sup> dá resposta a situações em que a rede é

*a/4P*, contemplando arquitecturas 3GPP IMS e ETSI TISPAN, ou redes VoIP/Softswitch.

Este artigo descreve os aspectos tecnológicos e arquitecturais associados à plataforma *j*p-Jib<sup>®</sup>, e a sua contextualização na iniciativa Sh*j*net<sup>®</sup>, bem como os resultados e a importância para o negócio global do Grupo PT.

## 2. Descrição do sistema ou solução

A plataforma *j*p-Jib<sup>®</sup> é uma plataforma de serviços *carrier-grade* e aberta, baseada nos *standards* do 3GPP IMS e ETSI TISPAN, disponibilizando um conjunto de interfaces para integração com redes de nova geração IMS/TISPAN ou com sistemas legados, bem como um conjunto de interfaces para terceiros para desenvolvimento de serviços personalizados.

O *j*p-Jib<sup>®</sup> pode ser configurado

<sup>1</sup>Estes actores disponibilizam os seus serviços através da Internet sem terem qualquer relação com os Operadores de Telecomunicações da rede de acesso de Banda-Larga.

como um SCIM - *Service Capability Interaction Manager*, permitindo assim a orquestração de serviços distribuídos por várias plataformas de serviços.

O *jp-Jib*® disponibiliza todas as funcionalidades necessárias para gerir o ciclo de vida dos diferentes componentes constituintes dos serviços e aplicações, sendo baseado no *standard JAIN SLEE* (JSR22 [5] / JSR240 [6]), tendo actualmente como base computacional o SIP/IMS *Rhino Application Server*[7].

É de referir no entanto que, de futuro, em função da maturidade de outras soluções e tecnologias, podem ser consideradas alternativas à solução actual, nomeadamente outros servidores de aplicações JAIN SLEE ou, inclusive, a utilização de servidores compatíveis com a tecnologia SIP *Servlets* 1.1 (JSR 289) [8].

Uma das características diferenciadoras do *jp-Jib*®, em relação a outros produtos do mercado, é a sua integração efectiva com as plataformas de Rede Inteligente, em particular com a solução NGIN da PT Inovação. Esta integração permite potenciar as plataformas de serviços existentes e mais rapidamente explorar novas fontes de receitas proporcionados pelos novos serviços das Redes SIP/IMS para os mais de 80 milhões de clientes da plataforma NGIN.

Conceptualmente, o *jp-Jib*® é composto pelas camadas de *Service Enablers* e *Resource Adapters*; indo ao encontro da arquitectura OMA *Service Environment*(OSE) definida pelo OMA (*Open Mobile Alliance*) [9].

A Figura 1 apresenta uma versão simplificada da arquitectura lógica do *jp-Jib*®, na qual são apresentados alguns *Service Enablers* e *Resource Adapters*.

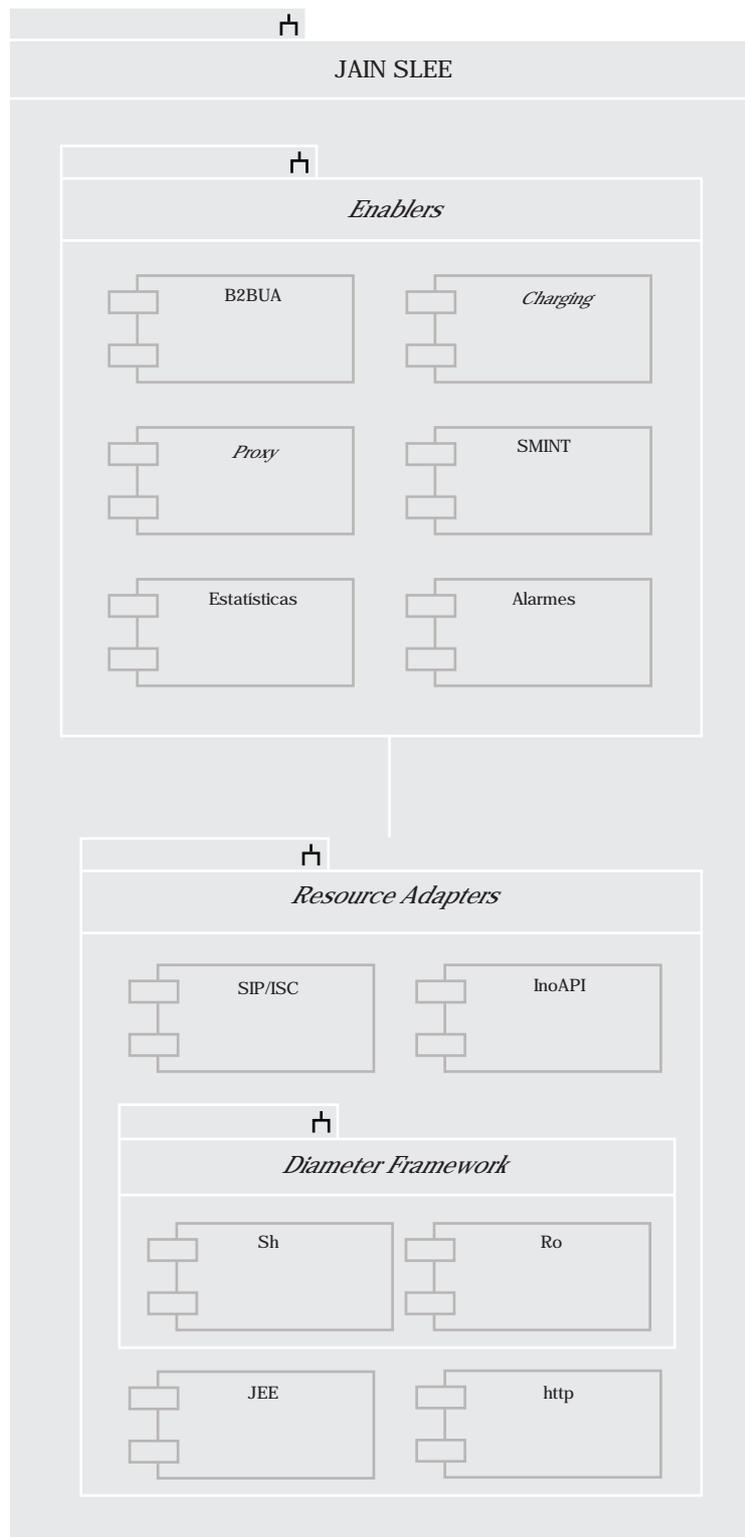


Figura 1 - Arquitectura da plataforma *jp-Jib*®

### 2.1. Service Enablers

Os *Service Enablers* são componentes para disponibilização de funcionalidades de mais alto nível, com abstracção sobre as componentes *Resource Adapters*. Os *Service Enablers* disponíveis são:

- > *Session Enabler*- funcionalidades de controlo de Sessão Multimédia (chamadas) incluindo *Proxy*, *B2BUA*, *Forward*, *early-media control*, transferência de chamada, etc.;
- > *Presence Enabler* com suporte ao protocolo SIMPLE (IMS) e XMPP, permite às aplicações consultar, publicar e gerir estados de presença entre entidades de presença externas e internas, desempenhando o papel de *Presence Watcher* ou *Presence Source*,
- > *Messaging* com suporte a mensagens instantâneas (SIMPLE e XMPP) e correio electrónico (SMTP, POP3, IMAP4);
- > *Offline Charging* para a geração de registos de chamadas (CDR);
- > *Online Charging* com suporte a pré-pagos por tempo ou por evento;
- > *Group Enabler* disponibiliza funcionalidades para gerir grupos e listas de contactos;
- > *Enabler* de Estatísticas, que tem como funções o registo de detalhes de chamadas e de utilização de serviços;
- > *Enabler* de Alarmística, utilizado para reportar erros graves e críticos no funcionamento do *jp-Jib*<sup>®</sup> e dos serviços de alto nível. A sua função é providenciar uma interface mais simplificada para o envio de alarmes, utilizando uma interface JMX.

### 2.2. Resource Adapters

O *jp-Jib*<sup>®</sup> disponibiliza igualmente um conjunto de *Resource Adapters* (RA), que são componentes que permitem a interligação a recursos externos (redes ou outros componentes). Os RA disponíveis são os seguintes:

- > IP IETF (RFC3261) e ISC SIP (3GPP);
- > Diameter, nomeadamente:
  - > Diameter CCA - Suporte para IETF RFC 4006;
  - > Diameter Base GA - Suporte para IETF-RFC 3588 excluindo *accounting*;
  - > Diameter Ro - Suporte para IETF-RFC 4006, 3GPP TS 32.240 (v6.3.0), 3GPP TS 32.240 (v7.0.0), 3GPP TS 32.299 (v7.3.0);
  - > Diameter Rf - Suporte para 3GPP TS 32.240, 32.299;
  - > Diameter Sh.
- > Conector JEE disponibiliza interfaces *Web* (HTTP) para interactividade do utilizador com serviços SLEE;
- > HTTP 1.1;
- > SS#7, incluindo CAP V2, INAP CS1, MAP, TCAP;
- > SMPP v5.0;
- > MM7, baseado no 3GPP TS23.140 v5.3.0.

Para além dos RA que são disponibilizados nativamente pela plataforma *jp-Jib*<sup>®</sup>, é possível ainda desenvolver outros RA, utilizando a ferramenta *Resource Adapter Framework*. No contexto actual foram desenvolvidos, pela PT Inovação, os seguintes RA:

- > RA InoAPI é uma interface proprietária, e complementar ao SIP, para usar todas as funcionalidades avançadas do MRF *jp-Windless*<sup>®</sup> da PT Inovação;
- > RA RTDAP, que disponibiliza todas as funcionalidades avançadas de *charging* em tempo real da plataforma NGIN;
- > RA XMPP para interligar a servidores de presença e mensagens instantâneas XMPP;
- > RA JDBC / *Hibernate* para ligação aos repositórios de dados com os perfis de utilizadores e serviços;
- > RA *Rule Engine* para ligação a motores de regras, permitindo criar novos e inovadores serviços que tenham na sua lógica de negócio um comportamento baseado em regras;
- > RA *Javamail* (SMTP, IMAP4, POP3) para ligação a servidores de *e-mail*;
- > RA XCAP/XDMC permite ligações servidores XCAP *Servers*, como é o caso dos servidores XDM (XML *Document Management*) normalizados pela OMA;
- > RA LDAP;
- > RA LIF.

### 2.3. Clustering

Relativamente a questões de robustez, a plataforma *jp-Jib*<sup>®</sup> possibilita a aplicação de técnicas de tolerância a falhas e alta disponibilidade, quer ao nível da plataforma em si, quer ao nível dos seus componentes.

Devido ao seu funcionamento em *cluster*, permite que qualquer falha que ocorra ao nível de um nó não se torne impeditiva do funcionamento dos restantes nós e, portanto, do *jp-Jib*<sup>®</sup> em si.

<sup>2</sup> <http://www.xmpp.org/>

Isto permite uma taxa de utilização na ordem dos 99,999%, estando indisponível no máximo durante 5 minutos por ano.

Poderá adicionalmente ser configurado um mecanismo de replicação de actividades, permitindo que o estado dos serviços e/ou RA, presentes num determinado nó, sejam replicados através de todos os nós do *cluster*. Em caso de falha do primeiro nó, qualquer um dos outros poderá assumir as suas actividades, sem que a falha seja perceptível ao utilizador.

Num *cluster* que possua *N* nós, os valores para desempenho serão aproximadamente  $\frac{1}{N}$  chamadas por segundo. Em caso de se usar o já referido mecanismo de replicação, haverá uma ligeira quebra de desempenho devido à constante sincronização obrigatória entre os nós.

Em suma, a plataforma *ip-Jib*<sup>®</sup> disponibiliza:

- > Uma arquitectura em *software* com tolerância a falhas composta por *N* nós simétricos em modo activo-activo (desta forma uma sessão/chamada não falha quando um membro do *cluster* falha);
- > Um uso escalável, eficiente e exemplar de todo o *hardware* disponível devido à arquitectura da plataforma (os nós estão em modo activo-activo);
- > Uma única representação do sistema para administração apesar da arquitectura em *cluster*;
- > *Upgrade online* para a plataforma e para os serviços;
- > Auto monitorização e auto recuperação em caso de falhas para se obter um sistema previsível e fiável.

#### 2.4. Desempenho

Os valores de desempenho do *ip-Jib*<sup>®</sup>

são, em grande parte, definidos pelas características físicas do servidor aplicacional, variando assim de sistema para sistema. Como valor de referência, para um servidor com Quad Intel Xeon @ 3Ghz e 4Gb de memória RAM é possível obter valores de desempenho na ordem dos 760 eventos por segundo.

#### 3. Resultados

Foi definida uma arquitectura de construção de serviços/*enablers* de forma a obter uma metodologia de trabalho comum na construção de componentes, permitindo uma melhor articulação entre as diferentes equipas de desenvolvimento.

No presente, a versão da plataforma é a v1.0 dando resposta a requisitos de *clustering*; alta disponibilidade e tolerância a falhas.

Os componentes actualmente existentes são:

- > O *Session Enabler* v1.1 com suporte das funcionalidades de B2BUA, *early-media control, forking*, entre outros;
- > O *Charging Enabler* v1.0, com suporte de taxação baseada por eventos;
- > O *Enabler* de Estatísticas v1.0, com funções de registo de detalhes de chamadas e de utilização de serviços, podendo ser igualmente usado como a tarifação pós-paga;
- > O *Enabler* de Alarmística v1.0, com funções de reporte de erros graves e críticos no funcionamento do *ip-Jib*<sup>®</sup> e dos serviços de alto nível;
- > O RA InoAPI v1.1.2, para controlo do MRF *ip-Windless*<sup>®</sup> da PT Inovação;
- > O RA de SIP/ISC v1.5.10, para interligação com redes SIP/IMS;
- > O RA de Diameter v1.1, para interligação com componentes em

redes IMS, suportando *Diameter Base, CCA, Sh, Ro* e Rf;

- > O RA de HTTP v1.1, para recepção de pedidos HTTP;
- > O RA de SOAP v1.0, para recepção de pedidos SOAP;
- > O RA de CDR v1.4.5, para escrita em ficheiro local de *Call Detail Records*.

A solução actual do *ip-Jib*<sup>®</sup> utiliza a tecnologia JAIN SLEE 1.0, estando no entanto prevista a migração para JAIN SLEE 1.1.

É de salientar que todos estes componentes do *ip-Jib*<sup>®</sup> (*Service Enablers* e RA) permitem uma construção de serviços de uma forma mais ágil e mais eficiente. A título de exemplo, refira-se a construção dos seguintes serviços, tal como apresentado na Figura 2:

- > ipCentrex;
- > VoIP Residencial (Classe 5);
- > SIP *Trunking*;
- > VCC (*Voice Call Continuity*), em articulação com a plataforma NGIN;
- > *Coloured Ring Back Tone* (CRBT);
- > *Multimedia Web Conference*.

#### 4. Importância para os negócios do grupo PT

A disponibilização de serviços de valor acrescentado, sobre uma rede que está num processo de migração para uma rede *all-IP*, é de fundamental importância para um operador de excelência, num mercado cada vez mais global e competitivo.

Assim, a implementação de novos serviços, tais como ipCentrex, VoIP Residencial (Classe 5), *SIP Trunking*, *Coloured Ring Back Tones (CRBT)*, *Multimedia Web Conference*, etc. apenas é possível tendo como base uma plataforma baseada nas tecnologias mais recentes dos mundos

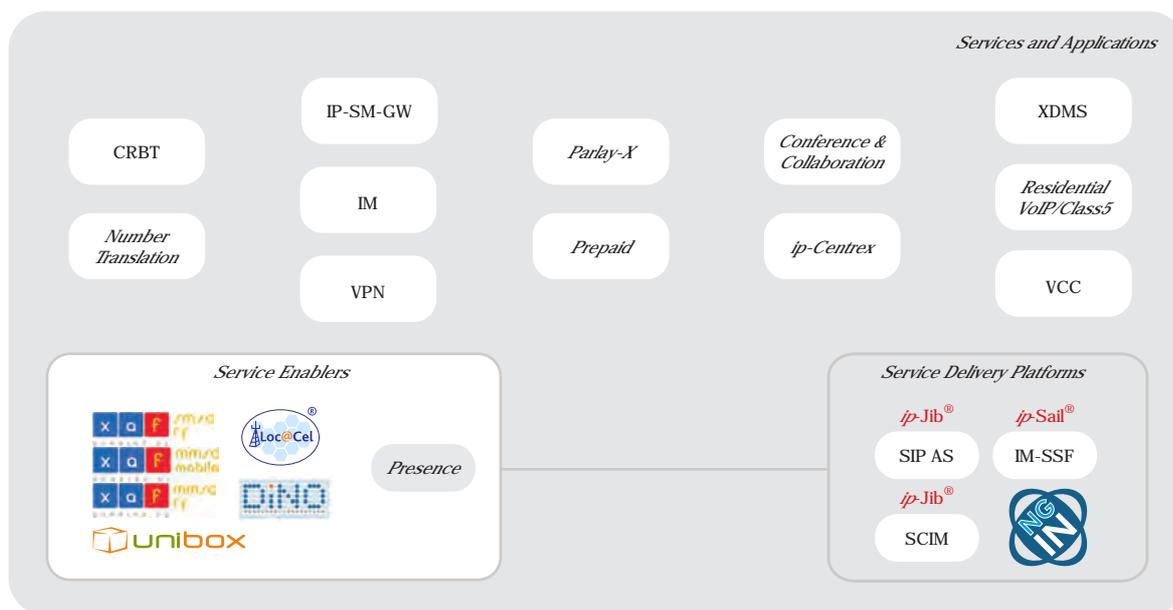


Figura 2 - Serviços/Aplicações sobre plataforma *ip-Jib*<sup>®</sup>

IT e Telco (Java, SIP, JAIN SLEE, SIP *Servlets*, etc).

Não deve ser esquecida, igualmente de extrema importância, a necessária interoperabilidade entre as plataformas de serviços legadas (NGIN) e o *ip-Jib*<sup>®</sup>, garantia essencial para a transição suave dos serviços e respectivos clientes.

A título de exemplo, refira-se a convergência de serviços corporativos de voz para o mercado corporativo, em que soluções de VPN Fixo-Móvel (com extensões fixas e móveis com plano de numeração privado e com controlo de custos diferenciado) têm de ser integradas com as extensões VoIP de um serviço *ip-Centrex*, a executar sobre o *ip-Jib*<sup>®</sup> num ambiente de rede Softswitch ou IMS, indo assim de encontro a uma solução integrada e convergente de *ipCentrex* Fixo-Móvel.

Um outro exemplo, e que reflecte igualmente um cenário de convergência Fixo-Móvel tirando partido de ambas as plataformas, está rela-

cionado com os aspectos de continuidade de sessão entre redes Wi-Fi e GSM, tal como especificado pelo serviço *Voice Call Continuity* (VCC) [10] (ou mais recentemente pelo serviço *Multimedia Session Continuity* (MSC) [11], em que a interacção entre as 2 plataformas permite a implementação destes serviços.

Igualmente importante será habilitar as plataformas de serviços (NGIN) a tirar proveito dos novos *Service Enablers* das redes de próxima geração (Presença, XSMS/ *Group List Management*, etc.).

É de referir que os serviços anteriormente descritos são demonstráveis na rede SALINA da PT Inovação, que implementa uma infra-estrutura de rede de próxima geração, de acordo com as arquitecturas IMS e TISPAN.

Em suma, com a flexibilidade e robustez da plataforma *ip-Jib*<sup>®</sup>, que disponibiliza um ambiente de execução de tempo real para serviços *all-IP*, bem como um conjunto de *Service Enablers*, que permitem um

rápido desenvolvimento de serviços e aplicações, o grupo PT encontra-se numa posição privilegiada para fazer face aos requisitos exigentes dos vários clientes, com o *time to market* exigido.

## 5. Conclusões

A PT Inovação, empresa de referência no fornecimento de serviços de rede inteligente (NGIN) para ambientes tradicionais *Circuit Switched* (CS) e *Packet Switched* (PS), acompanha as várias actividades de normalização de redes e serviços, tendo em vista a evolução das suas plataformas para um cenário *all-IP* (IMS/ TISPAN).

Como tal, a oferta de serviços, tendo como pano de fundo a convergência fixo-móvel, é um factor crítico para a diferenciação e conquista de novos mercados e negócios.

A resposta da PT Inovação aos desafios de convergência fixo-móvel que se aproximam é baseada na definição de um *Framework* para a criação, instalação, execução e gestão

ágil e eficiente de serviços (Shíjnet® *Service Delivery Framework*), de acordo com os requisitos dos vários clientes.

O *ip-Jib*®, disponibilizando por excelência o ambiente de execução serviços multimedia de tempo real do Shíjnet® SDF é uma peça fundamental para atingir os objectivos de excelência na prestação de serviços ao cliente.

#### Referências

- [1] "Shíjnet® - Arquitectura de serviços e redes de próxima geração", Nuno Silva, João Plácido, Luis Filipe Silva, Marco Monteiro, José Carlos Amorim, Revista Saber e Fazer Telecomunicações 2007.
- [2] - 3GPP IMS - IP Multimedia Subsystem, [www.3gpp.org](http://www.3gpp.org)
- [3] - ETSI TISpan, [www.etsi.org/TISpan](http://www.etsi.org/TISpan)
- [4] "Shíjnet® Service Delivery Framework (SDF)", Nuno Silva, Vítor Santos, Cláudio Lobo, Mário Rui Costa, Revista Saber & Fazer Telecomunicações 2008.
- [5] - JSR 22, JAIN SLEE 1.0, <http://jcp.org/en/jsr/detail?id=22>
- [6] - JSR 240, JAIN SLEE 1.1, <http://jcp.org/en/jsr/detail?id=240>
- [7] - Rhino SIP/IMS AS, <http://www.opencloud.com>
- [8] - JSR 289, SIP Servlets 1.1, <http://jcp.org/en/jsr/detail?id=289>
- [9] OMA - Open Mobile Alliance, <http://www.openmobilealliance.org/>
- [10] - 3GPP VCC, Voice Call Continuity, <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/23507.htm>
- [11] - 3GPP MSC, Multimedia Session Continuity, <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/23893.htm>

Nuno Silva, licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro e mestre em Telecomunicações pela University College of London (UCL). Desempenhou funções na PT Inovação no desenvolvimento de produtos RDIS e X.25, tendo trabalhado posteriormente no grupo de Gestão de Redes e Serviços na área de SDH, tendo sido formador na Gestão de SDH. Exerceu igualmente acções de consultoria em Gestão de Redes e Serviços na PrimeSys (Brasil) e na PT Prime. Participou na elaboração de várias propostas para projectos do IST (*Information Society Technologies*) e estudos do Eurescom, assumindo a liderança dos mesmos. Nos últimos anos tem trabalhado em Redes de Próxima Geração (IMS/TISpan), tendo liderado o grupo "Redes e Serviços IMS" no departamento de "Serviços e Redes Móveis", tendo sido um dos principais responsáveis pela definição e implementação do Programa Shíjnet® da PT Inovação (Fase 1 : 2005-2007). Desde Março 2008, desempenha funções na PT Inovação na área de "Novas Plataformas e Produtos", com especial ênfase na temática da convergência fixo-móvel no "Service Layer" (plataformas IMS e IN), participando na fase de definição e concepção de serviços IMS/TISpan sobre a plataforma *ip-Jib*® (SIP *Application Server*), nomeadamente na linha dos produtos *ipCentrex*, Classe 5 (VoIP residencial), SIP *Trunking*, VCC e VPN/*ipCentrex* Fixo-Móvel convergente. É formador da PT Inovação na área de RPG (IMS/TISpan), sendo habitual orador convidado em várias conferências relacionadas com IMS, SDP, SOA e OSS/BSS (Informa, IIR, TMForum, Marcus Evans, etc.). Participa no grupo SA - *Service Aspects* do 3GPP. É professor convidado da Universidade de Aveiro, na área de *Information Systems Modeling*.

Marco Filipe Monteiro, licenciou-se em Engenharia Electrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro, em 2004. Ingressou nesse ano na PT Inovação encontrando-se actualmente no departamento de Desenvolvimento de Plataformas e Produtos. Possui conhecimentos sobre várias tecnologias/protocolos para desenvolvimento de serviços em Redes de Próxima Geração (IMS/TISpan), destacando-se a tecnologia Jain SLEE, SIP *Servlets*, J2EE e o protocolo SIP. No programa Shíjnet® da PT Inovação é um dos responsáveis pela plataforma *ip-Jib*®, quer ao nível do desenvolvimento de conectores, serviços e *service enablers*, quer ao nível de especificação desses mesmos componentes. Relativamente aos serviços e aplicações Shíjnet® é actualmente um dos responsáveis pela especificação e desenvolvimento da aplicação *IP Centrex*.

Paulo Chainho, mestrado em Telecomunicações pelo IST da Universidade Técnica de Lisboa. Gestor de Projectos. Actualmente responsável pelo Desenvolvimento de Plataformas de Presença e Serviços Colaborativos no departamento DPP4 (Desenvolvimento de Novas Plataformas e Produtos). Entusiasta do "Open Source". Grande experiência em projectos Internacionais de Investigação e Desenvolvimento incluindo Eurescom, ETSI TISpan e EU IST. Consultoria na introdução de plataformas de serviços RPG e IMS no Grupo PT.

Pedro Elói Braz, licenciou-se em Engenharia Electrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro, em 2007. Ingressou nesse ano na PT Inovação como estagiário, tendo passado pelo departamento de Serviços e Redes Móveis. Actualmente encontra-se no departamento de Desenvolvimento de Plataformas e Produtos. Na sua actividade adquiriu conhecimentos sobre várias tecnologias/protocolos para desenvolvimento de serviços em Redes de Próxima Geração (IMS/TISpan), destacando-se a tecnologia Jain SLEE e o protocolo SIP. No período de estágio teve como principal função o desenvolvimento de aplicações/serviços SIP/IMS convergentes no *Application Server ip-Jib*®, sendo um dos principais dinamizadores da aplicação *IP Centrex* e do VCC (*Voice Call Continuity*). Em Outubro de 2008 tomou-se um colaborador efectivo da PT Inovação, assumindo responsabilidades na área da especificação de requisitos. Actualmente possui conhecimentos de Jain SLEE, SIP e redes IMS, tendo alguns conhecimentos de redes inteligentes.

João Vítor Rico Baltazar é Mestre em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra. Em 2007 ingressou como estagiário na PT Inovação, no departamento de Serviços e Redes Móveis, estando presentemente no departamento de Desenvolvimento de Plataformas e Produtos. No âmbito da sua actividade desenvolveu competências em redes IMS de próxima geração, com destaque para a tecnologia Jain SLEE, protocolos SIP e Diameter e mecanismos de *Charging*. Esteve envolvido no desenvolvimento da solução de servidor aplicacional IMS da PT Inovação, *ip-Jib*®, nas áreas de *Charging* e *Clustering*. Actualmente encontra-se a trabalhar na área de *Clustering ip-Jib*® dando especial ênfase às questões de alta Disponibilidade/Tolerância a Falhas e desempenho.

# 04

## Exemplo Comercial de uma Solução de Controlo de Serviços de Dados

palavras-chave:  
Serviços de dados, conteúdos de dados, sessões de dados, *zRaft*



Miguel Santos



Rui Quaresma

Com o aumento de utilização das redes de dados nos últimos anos, suportado nas melhorias verificadas ao nível das redes de acesso (fixas e móveis) e dos terminais, surgiram também os mais diversos tipos de serviços. Actualmente, podemos usar as redes de dados para aceder à internet, fazer *download* de jogos, toques ou imagens entre muitas outras aplicações.

Assim, tornou-se necessário a criação de novos modelos de negócio, por parte dos operadores, para tirar partido deste novo mercado que se encontra ainda em crescimento e segundo as estimativas de vários analistas continuará a crescer nos próximos anos.

Para fazer face a estas novas solicitações, a PT Inovação desenvolveu uma solução para controlo em tempo real, constituída por dois sistemas. O primeiro destina-se a disponibilizar uma interface com as redes de comutação de pacotes para sinalização e controlo em tempo real de acessos às redes de dados e a serviços de valor acrescentado num operador; enquanto que o segundo

integra todas as funções de tarifação e taxação dos acessos dos clientes e implementa os modelos de negócios pedidos pelo operador para cada tipo de acesso e serviço.

Esta solução permitiu a evolução do modelo de tarifação e controlo de serviços de dados, onde o controlo em tempo real do acesso aos serviços se tem mostrado um garante da diminuição da fraude, permitindo ainda uma transparência relativamente ao número de clientes e de plataformas de serviços em exploração na sua rede. Neste momento, a solução *zRaft* encontra-se em exploração comercial nos 6 maiores operadores clientes da PT Inovação controlando mais de 30 milhões de utilizadores.

O artigo pretende demonstrar a capacidade e versatilidade da solução *zRaft* e a sua importância para os operadores e para o negócio da PT Inovação. Será demonstrado através de exemplo de uma possível solução comercial que integrará os serviços que são actualmente controlados e outros que se prevêem vir a ser controlados nos diversos operadores.

## 1. Introdução

A crescente utilização das redes de dados, aliada a uma saturação dos serviços sobre as redes legadas de voz, tem pressionado os operadores de telecomunicações a redireccionarem o foco da evolução das suas redes para as redes de dados e redes convergentes.

As redes de telecomunicações sofreram nos últimos anos diversas evoluções e melhorias que permitiram a disponibilização de uma vasta gama de novos serviços baseados nas comunicações de dados. O aparecimento de várias solicitações sobre redes IP, de onde se destaca claramente a Internet, levou a que o que há uma década era usado quase exclusivamente para conversação passasse (e com mais intensidade nos últimos anos) a ser também utilizado em grande escala para acessos de dados.

Actualmente, a ligação às redes de dados são uma necessidade “básica” de uma grande fatia da população mundial para que esta possa desempenhar diariamente o seu

trabalho. Mesmo fora do ambiente empresarial, as comunicações de dados deixaram de ser uma comodidade só para algumas franjas da sociedade para passarem a ser consideradas uma necessidade.

Tem-se verificado que esta evolução não se restringe a uma dada região geográfica ou económica, é antes uma tendência mundial. Hoje em dia é possível perceber que a popularidade e importância dos serviços de dados são entendidas de igual modo seja em Portugal, no Brasil, em Marrocos, em Angola ou em Timor.

Esta evolução das redes de telecomunicações, e a procura crescente pelos serviços de dados conduziu por sua vez a uma revolução nos terminais móveis e nos dispositivos de acesso nas redes fixas. Este crescimento sofreu novo impulso com o advento da banda larga, primeiro a banda larga fixa e depois a móvel.

No que respeita às operações de redes móveis, os telemóveis dispo-

nibilizam hoje em dia um número de funcionalidades muito superior às existentes nas gerações anteriores, nomeadamente no acesso a diversos tipos de serviços e redes de dados. Presentemente, é possível a um qualquer cliente escolher de entre um vasto número de telemóveis que disponibilizam acesso às mais variadas tecnologias de acesso: Wi-Fi, Bluetooth, 2,5G, 3G e 3,5G. É também possível encontrar vários tipos de funcionalidades como sejam *email instant messaging*, MMS, jogos, toques, etc.

Já em relação às redes fixas, o aparecimento e oferta em grande escala da banda larga fixa permitiu o aparecimento de novos tipos de serviços de dados dos disponibilizados pelos ISP, dos quais se destaca o serviço de televisão.

Actualmente, a penetração de telemóveis aproxima-se já dos 80% a nível mundial, ultrapassando mesmo os 100% em muitos países. Se a isto se juntar a cobertura do telefone fixo verifica-se que o mercado das telecomunicações mostra já

grandes níveis de saturação no que respeita a serviços de voz. Como resultado, os operadores vêem-se obrigados a apostar noutros tipos de serviços, aparecendo os serviços sobre redes de dados como forma de fazer evoluir o seu negócio e de diferenciação da concorrência. Os clientes já não procuram apenas a operadora que lhes oferece o tarifário mais barato ou que lhes permite falar mais barato com os seus amigos e familiares, procuram também uma operadora que lhes ofereça uma boa cobertura, bons tarifários e uma diversidade nos serviços e acessos de dados.

Para além do suporte a novos tipos de interfaces, aplicações e serviços de dados, os operadores pretendem que o controlo e tarifação dos acessos a esses novos serviços seja sempre que possível feito em tempo real. Aquando do lançamento de um novo serviço é comum que a taxação desse serviço seja efectuada *offline* com base nos registos gerados pelos elementos de rede. No entanto, isso pode conduzir a uma utilização indevida por parte de alguns clientes (por exemplo, usufruírem do serviço sem que tenham saldo para tal). Assim, a tarifação *online* deste tipo de serviços torna-se muito importante, pois permite um melhor controlo ao nível da fraude e da utilização das plataformas e das receitas efectivas do operador. O controlo *online* deste tipo de serviços tem-se mostrado um garante da diminuição da fraude, permitindo ainda uma transparência relativamente ao número de clientes e de plataformas de serviços em exploração na sua rede. Rapidamente se percebeu também que o controlo em tempo real, mais que impedir fraudes, é essencial também para uma experiência mais favorável ao cliente final, pelo seu controlo de custos em tempo real, notificações, *Advice Of Charge* (AoC), permitindo uma interactividade desconhecida até então.

A tarifação *online* assume uma importância ainda maior quando se trata de serviços disponibilizados por parceiros do operador, com os quais são firmados acordos de *revenue sharing*. Neste tipo de acordos o operador é responsável por pagar ao parceiro um determinado valor por cada acesso ao serviço efectuado a partir da sua rede. No caso de haver utilização indevida por parte de alguns clientes, aos quais não seja possível cobrar, o operador incorre assim em perdas de capital.

Como foi atrás referido, os serviços de dados são cada vez mais factores diferenciadores entre os vários operadores, no entanto é necessário perceber que os serviços de voz e de mensagens continuam a ser responsáveis por uma grande percentagem das receitas. Deste modo é de todo o interesse fornecer soluções onde estes três tipos de serviços sejam unificados. De forma a cumprir estes novos requisitos, as soluções de controlo e taxação avançam então para modelos onde os diferentes tipos de serviços (voz, dados e mensagem) se encontram interligados e onde é possível oferecer taxação, promoções e campanhas integradas — por exemplo, uma promoção onde se oferece minutos de conversação, SMS e *download* de toques.

Com o fim de responder às solicitações geradas pela alteração de mercado descrita anteriormente, a PT Inovação desenvolveu a solução *ip-Raft* (que disponibiliza diversas interfaces de rede para controlo da sessão e da largura de banda associada a cada cliente) à qual se aliou a criação e utilização de modelos de dados flexíveis e integrados.

Este artigo pretende apresentar um exemplo de uma possível instalação comercial, com uma vasta gama de conteúdos e tipos de acesso, que reflecte a forma como os novos requisitos dos operadores de telecomunicações, derivados do aumento

de popularidade dos serviços de dados, podem ser respondidos pela solução desenvolvida pela PT Inovação.

## 2. Uma solução de dados com controlo PTIN

Embora inicialmente desenvolvida como uma plataforma quase autónoma dentro do universo de produtos NGIN, a solução de controlo e taxação em tempo real para serviços de dados está hoje completamente integrada com os demais serviços.

A primeira solução de controlo de serviços de dados, o NGIN *Pack*, apareceu como uma plataforma independente, capaz de ser integrada com outras plataformas NGIN através de mecanismos de reserva de saldo. Esta solução permitia o controlo em tempo real de clientes pré-pagos NGIN que se encontravam nas plataformas que executavam os serviços típicos de redes inteligentes.

Apesar de o conceito de redes inteligentes ter sido aplicado também a solução para controlar os serviços de dados, as particularidades de controlo destes tornaram necessária a existência de uma plataforma nova. As plataformas NGIN não estavam nessa altura preparadas ainda para acolher um mundo tão diferente, o que colidia com a necessidade de, rapidamente, colocar uma solução no mercado.

Os serviços de dados revestiram-se de alguns desafios que, na altura, não existiam com os típicos serviços de redes inteligentes. Até então o controlo era tipicamente por tempo, passou a sê-lo também por volume de tráfego e conteúdos, o cliente começou a poder usar simultaneamente diversos tipos de serviço no contexto de uma única sessão. Os elementos de rede usados, tipicamente não conheciam os clientes que estavam a controlar e não sabiam por isso qual a plataforma onde se

encontravam. Os clientes pós-pagos foram por isso controlados também em tempo real e foram necessários mecanismos de saber qual a plataforma NGIN onde se encontrava o cliente (por exemplo para saber o saldo ou o seu estado). Outros detalhes, como por exemplo, a taxaçoão por QoS ou saldos em volume, foram também incorporados.

Os serviços de dados são vistos hoje como mais uma forma de alargar a oferta comercial dos operadores aos seus clientes, e é nesta vertente que cada vez mais surgem ofertas comerciais que combinam serviços do mundo *Circuit Switched* (CS) com serviços do mundo *Packet Switched* (PS). A fusão da execução das regras de negócio de CS e PS numa única plataforma era por isso essencial.

Actualmente, na solução PTIN, a execução das lógicas de negócio de serviços de dados é realizada na mesma plataforma dos restantes serviços CS oferecidos ao cliente. Esta convergência permitiu, além da oferta de produtos conjuntos, algumas sinergias tornando a solução conceptualmente mais simples, apesar da crescente complexidade das regras de negócio.

Como subsistema integrado no *framework* NGIN, os serviços de dados facilmente passaram a estar integrados com os restantes subsistemas NGIN, beneficiando de mais de uma década de evolução tecnológica.

Ainda assim, os serviços de dados lidam com realidades diferentes, controlam elementos de rede também diferentes, muitas vezes sem protocolos normalizados, e requerem que exista uma normalização ao nível do processamento de regras de negócio, que terão de ser integradas com os restantes serviços em termos de oferta comercial.

Como foi referido anteriormente, a funcionalidade básica do controlo

em tempo real de serviços de dados é o encerramento das sessões dos clientes que não possuam autorização ou saldo que lhes permita usufruir do serviço, minimizando a existência de saldos negativos e fraudes. O tratamento em mecanismos *offline* ou *hot billing* devem também ser suportados, mas apenas em situações de contingência em que não seja possível o controlo em tempo real.

Devido à possibilidade da existência de múltiplos serviços em uso simultaneamente, as sessões de serviço partilham o mesmo saldo mas com reservas independentes. Como as sessões de serviços de dados são tipicamente muito longas quando comparados com os serviços tradicionais, o débito dos respectivos custos são realizados ao longo da sessão e não apenas no final.

Tão importante como o controlo sobre os elementos de rede é o cálculo do custo de um serviço, pois só com um mecanismo de *rating* em tempo real é possível saber quando o cliente passa para uma situação em que deve ser impedido de continuar. Com um motor de *rating* em tempo real, é necessário não só obter o custo baseado nos consumos do cliente, mas também saber o inverso, isto é, com o saldo que possui, qual a quota de utilização (em volume, tempo, eventos) permitida para o cliente para um dado serviço.

A solução PT Inovação permite que o custo a aplicar dependa de vários factores que podem ser divididos em três grupos: as características do cliente, as circunstâncias do acesso e o consumo realizado. As características do cliente são determinantes, pois cada cliente tem necessidades específicas e pode, dependendo dos planos tarifários que possui, das promoções que subscreveu ou dos seus saldos (em dinheiro, volume, tempo e eventos), ser cobrado de uma forma diferenciada. As circunstâncias do acesso caracterizam o que deve ser pago

pelo cliente e atributos como o serviço usado (APN (.....), IP/porto, conteúdo), a hora do acesso, a localização onde o cliente usou, a tecnologia do acesso ou o QoS, podem influenciar a tarifa. Finalmente, a quantidade do consumo, seja em tempo, em volume ou em eventos será o factor que mais afectará o custo a imputar ao cliente.

O controlo que é realizado não se resume apenas a autorizar ou não o início de uma sessão ou ao barramento da mesma no final de saldo. A qualquer instante é possível saber qual o consumo do cliente e agir de acordo, como por exemplo o envio de notificações ao cliente, reencaaminhamento para páginas ou até mesmo limitar a largura de banda do acesso. É possível também impedir o acesso a serviços que o cliente não possua, ou mesmo avisá-lo que o custo será mais elevado e perguntar-lhe se quer ou não prosseguir. Esta interactividade resulta numa experiência mais rica com o cliente e constitui também um grande valor acrescentado às soluções de controlo em tempo real.

### 3. Exemplo de uma solução comercial

Com a solução desenvolvida pela PT Inovação é possível a um operador definir e empregar diferentes modelos de controlo e taxaçoão para as diversas tecnologias de acesso, tipos de serviços e conteúdos que disponibiliza aos seus clientes.

Um operador que opere na rede fixa e nas redes móveis, e que pretenda disponibilizar serviços de dados, poderá utilizar a solução PTIN para o controlo dos seus clientes (Figura 1).

É possível ao operador escolher de entre os vários tipos de controlo e taxaçoão disponibilizados, nomeadamente: tarifa fixa; taxaçoão por volume cursado (*uplink* e/ou *downlink*); taxaçoão por tempo de acesso; número de eventos consumidos.

O operador pretende disponibilizar

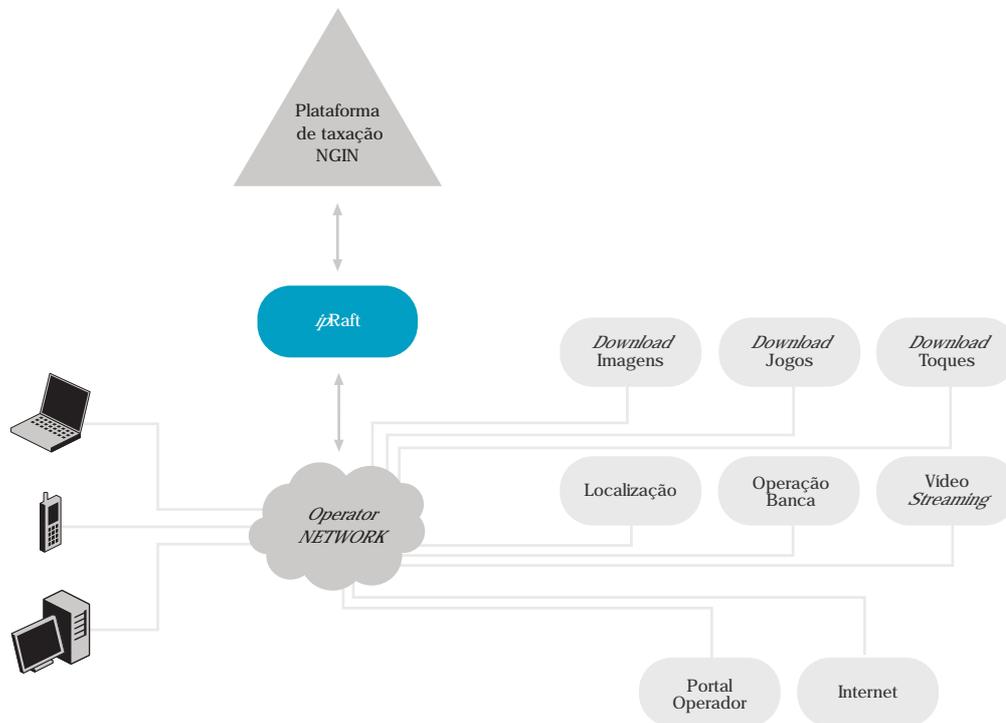


Figura 1 - Solução de dados com controlo PT Inovação

os seguintes serviços para a rede fixa:

1. Acesso internet;
2. Televisão.

Assim, para a cobrança de acessos internet de ISP (*Internet Service Provider*) de rede fixa, sobre arquiteturas ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) é utilizado o controlo com tarifa fixa. Neste, é normalmente associado a um valor que o utilizador deverá pagar mensalmente e que lhe permite aceder ao serviço enquanto não esgotar o seu crédito. Após esgotar o crédito, o cliente é cobrado do tráfego realizado para além do limite contra factura a emitir pelo operador.

Para a rede móvel, o operador disponibiliza os seguintes serviços de dados (a serem controlados diferenciadamente):

1. Acesso Internet (com diferenciação de URL);

2. Acesso ao portal Web do operador;
3. MMS;
4. *Video-Streaming*;
5. *Download* de jogos;
6. *Download* de imagens;
7. *Download* de vídeos;
8. *Download* de toques e músicas;
9. *Ring Back Tones*;
10. Operações bancárias;
11. Serviços de localização.

Para o controlo dos acessos à sua rede móvel, é possível aplicar o controlo de sessões por volume e/ou por tempo de ligações a um dado serviço e aplicar o controlo por consumo de eventos para o acesso a um determinado conteúdo.

Para o acesso via wap ou banda larga para ligações à internet, para fazer *streaming* de vídeo ou aceder ao portal do operador, é utilizado o controlo de sessões por volume e/ou tempo. Neste tipo de controlo é atribuída, ao cliente, uma determinada quota em *bytes* e/ou segundos mediante o saldo disponível, a qual permite ao cliente aceder ao serviço enquanto a quota não esgotar.

Após o consumo da quota atribuída, os elementos da rede responsáveis pelo controlo da sessão pedem mais quota para que o cliente possa continuar a sua sessão e, caso exista saldo suficiente, para atribuir nova quota; esta é indicada à rede que permite, assim, a continuação da navegação. Se em algum caso o saldo disponível para este serviço for consumido na sua totalidade, então é indicado à rede que esta sessão deverá ser terminada. O operador cobra também diferenciadamente por tecnologia de acesso (por exemplo: GPRS, UMTS, HSDPA, Wi-Fi) e por nível de



Figura 2 - Arquitectura lógica actual da lógica para serviços de dados é composta por 4 *layers*:

- > *Signaling Control Logic* que trata das especificidades dos elementos de rede;
- > *Business Control Logic* que contem as regras particulares de um operador;
- > *Building Blocks* que disponibiliza funcionalidades específicas de PS e uma abstracção das necessárias à BCL;
- > Suite Genérica que disponibiliza funcionalidades requeridas habitualmente na construção de serviços inteligentes.

qualidade de serviço disponibilizada pela rede.

Por fim, os restantes serviços, que se baseiam no consumo de um número de conteúdos de determinado tipo, são controlados por evento. Para este tipo de controlo, é feita uma consulta inicial para verificar se o cliente cumpre todos os requisitos para poder aceder ao conteúdo (entre estes encontra-se naturalmente a verificação se o saldo disponível é suficiente para comprar o conteúdo desejado). Após a verificação, pode ser indicado ao cliente o preço que irá custar o conteúdo ao qual pretende aceder. Caso o cliente pretenda prosseguir e adquirir o conteúdo é então reservado o saldo correspondente. Depois de efectuada a aquisição do mesmo é então subtraído ao saldo do cliente. Neste tipo de controlo estão incluídos os conteúdos disponíveis através das redes de dados, que neste caso serão: envio de MMS; *download* de jogos, imagens, vídeos e toques, acesso a notícias e informação útil

(farmácias, restaurantes, etc.), localização de um grupo autorizado de amigos e realização de operações bancárias.

O operador disponibiliza ainda os serviços de dados para os seus clientes quer estejam eles na sua rede local ou em *roaming* numa rede visitada. Os acessos efectuados a partir de outra rede são cobrados de forma diferente através da identificação da rede onde o cliente se encontra.

#### 4. Importância para os negócios do grupo PT

Como exemplificado, foi possível à PT inovação criar uma solução para controlo de serviços de dados, integrada com os modelos de negócio já existentes nos operadores de telecomunicações, e que corresponde às solicitações dos mercados fixo e móvel.

Esta solução permite efectuar o controlo e taxação *online* (i.e., em tempo real) de acessos a serviços de dados e diversos conteúdos, permitindo

assim aos operadores disponibilizarem, controlarem e cobrarem serviços tais como acesso à internet em banda larga, *download* de jogos ou toques, *streaming* de vídeo. É possível também processar em *offline* (pós-processamento de registos dos elementos de rede) outros serviços para os quais não existam interface de taxação *online*.

Com o advento e massificação de soluções de internet de banda larga pré-pagas ou com controlo de custos, o crescimento das solicitações têm tido um crescimento exponencial e cada vez mais a quota dos serviços de dados é superior, tendo uma maior influência nas receitas dos operadores.

Mesmo clientes pós-pagos, até agora tratados apenas em *offline*, começam cada vez mais a serem tratados em tempo real, pelo grau de interactividade permitida. Por outro lado, as regras de negócio são cada vez mais flexíveis e permitem cada vez mais ofertas comerciais

arrojadas, permitindo a sua colocação rápida em produção. Outrora demorariam demasiado tempo a serem colocadas no mercado. O agregado de solicitações por segundo das soluções para o controlo de serviços de dados instaladas nos vários operadores atinge já os 500 eventos.

A solução aqui exemplificada tem vindo a provar ser capaz de responder aos diversos clientes da PT Inovação e controla actualmente mais de 30 milhões de utilizadores em todo o mundo.

A solução desenvolvida na PT Inovação que dá suporte ao aqui exemplificado permite à empresa colocar-se numa posição favorável em relação aos seus concorrentes directos no fornecimento de controlo e taxação de serviços de nova geração. Esta solução permite não só o aumento da influência da PT Inovação nos operadores para os quais controlava anteriormente os serviços de voz; como também criar uma plataforma para a atracção de novos clientes dentro e fora do grupo.

Por fim, a solução foi desenvolvida para que seja possível à PT Inovação estar preparada para o aparecimento de novos requisitos associados a novas tecnologias, sejam elas relacionadas com novos serviços de dados ou relacionadas com redes convergentes (p.ex: IMS).

## 6. Conclusões

A PT Inovação foi capaz de disponibilizar uma solução que responde eficazmente às novas solicitações resultantes das alterações do paradigma de negócio dos operadores de telecomunicação, resultante do incremento da popularidade e de importância dos acessos de dados e conteúdos associados.

A solução da PT Inovação tem demonstrado o seu potencial quer ao nível da robustez, quer da sua fiabilidade. Tem ainda mostrado que a

flexibilidade de configuração tem permitido a sua adaptação para instalação e operação em mercados com requisitos bastante diferentes, como o Europeu, o Africano e o Sul-Americano.

A prova de que estamos perante uma solução consolidada e com perspectivas de futuro torna-se clara diante das contínuas solicitações dos clientes, com vista à incorporação de novos tipos de serviços e modelos de negócio a disponibilizar aos utilizadores.

### Referências

- [1] [www.3gpp.org](http://www.3gpp.org)
- [2] Ip-Raft Online/Offline Charging System - DataSheet
- [3] Miguel Santos, Paulo Pereira, *IpRaft: Solução para um Mercado em Expansão*, Revista Saber & Fazer Telecomunicações 2007.

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 actualmente as funções de gestor da divisão de redes e protocolos de dados onde se inclui os sistemas *IpRaft* (interface com as redes telecomunicações para o controlo de serviços de dados), *WAP gateway* (adaptação de pedidos Wap dentro da rede do operador) e *RADIUS AAA* (autenticação e autorização do acesso de clientes à rede de dados). É o representante da PT Inovação no 3GPP TSG SA WG2 - *Architecture*.

Rui Quaresma, licenciou-se em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações na Universidade de Aveiro, em 2000. Ingressou nesse mesmo ano na PT Inovação, no departamento de Serviços de Redes Inteligentes, tendo-se focado nas redes inteligentes de nova geração. Em 2001 participou na arquitectura e desenvolvimento do NGIN Pack, a primeira plataforma de controlo real de serviços de dados da PT Inovação. Desde então foi responsável pelo desenho e desenvolvimento de lógicas de controlo de serviços de dados. Actualmente desenvolve tarefas de especificação e evolução de produtos do departamento de Desenvolvimento de Plataformas e Produtos.

## UPCASE (*User Programmable Context-Aware Services*)

palavras-chave:  
Contexto, Sensores, Presença,  
*Context-awareness*, Inferência



Paulo Chainho João M. P. Cardoso  
(FEUP)



Diogo R. Ferreira  
(IST)

Estamos no início de uma nova era a evoluir para a ubiquidade da computação e para ambientes inteligentes (AmI) preenchidos por redes sensoriais. As infra-estruturas de presença constituirão num futuro próximo a base para um ecossistema de serviços conscientes do contexto, capazes de proporcionar experiências ricas e completas aos seus utilizadores. Para satisfazer estas visões é preciso introduzir mecanismos de recolha automática de contexto

através de elementos sensoriais, introduzir sistemas para inferir informação de contexto do utilizador, e usar os mecanismos de controlo de publicação, subscrição e notificação dos sistemas de presença. Este artigo procura responder a algumas destas questões apresentando a visão e alguns resultados preliminares do projecto UPCASE.

## 1. Introdução

A identificação de contextos relacionados com a situação de uma pessoa, ou o ambiente de um dispositivo móvel (e.g., telemóvel, PDA), ganha uma importância acrescida nas aplicações conscientes do contexto (vulgarmente designado por *context-aware computing*) [1][4]. O uso da informação de contexto do utilizador para adaptar dinâmica e automaticamente uma série de serviços, tais como o toque das chamadas telefónicas, os anúncios de publicidade num serviço de IPTV, ou a oferta de serviços no ambiente onde o utilizador se encontra, são alguns exemplos de potenciais novos casos de negócio.

O projecto UPCASE<sup>1</sup> (*User-Programmable Context-Aware Services*) pretende investigar e desenvolver métodos de recolha e inferência de contextos. Estes métodos terão por base um conjunto de sensores ligados ao dispositivo móvel, a partir

do qual é possível a inferência de contextos através de técnicas de aprendizagem. Os métodos investigados darão origem a um sistema protótipo.

Este artigo encontra-se estruturado da seguinte forma: na secção seguinte é feito um enquadramento geral sobre o mercado, requisitos e trabalhos anteriores relacionados com a identificação de contextos e a própria utilização desses contextos. Na secção 3 são apresentados os dispositivos usados no projecto, incluindo sensores e dispositivos para comunicação com o telemóvel. Na secção 4 é descrita a solução técnica preliminar para o sistema e na secção 5 é explicada a importância que os objectivos do projecto têm para o negócio do Grupo Portugal Telecom. Por último, a secção 6 tece algumas conclusões.

## 2. Enquadramento

As funcionalidades de Presença popularizadas pelos serviços de Men-

sagem Instantânea<sup>2</sup> como o SAPO Messenger são actualmente usadas para definir a disponibilidade do utilizador para comunicar. Mais recentemente, novos serviços como o Twitter<sup>3</sup> na Internet ou o Yammer<sup>4</sup> e o Present.ly<sup>5</sup> no universo empresarial, juntaram as funcionalidades de Presença com as funcionalidades de Redes Sociais — Presença Social — permitindo aos seus utilizadores difundir todas as suas actividades (*broadcast people life*), aumentando a sensação de ligação e proximidade.

A informação gerada por estes serviços pode ser usada para caracterizar o Contexto do Utilizador e o aumento exponencial dessa informação é um indicador claro de como o mercado está receptivo a serviços conscientes do contexto. No entanto, ainda existem algumas fragilidades nestes serviços que os impedem de se tornarem comercialmente mais interessantes. Dessas

<sup>1</sup> Projecto do Plano de Inovação 2008-2009 do Grupo Portugal Telecom.

<sup>2</sup> Mais de 1 000 milhões de utilizadores em todo o mundo ([http://www.cynapse.com/solutions/enterprise\\_instant\\_messaging/worldwide\\_enterprise.aspx](http://www.cynapse.com/solutions/enterprise_instant_messaging/worldwide_enterprise.aspx)).

<sup>3</sup> <http://twitter.com/>

<sup>4</sup> <http://www.yammer.com/>

<sup>5</sup> <http://www.presentlyapp.com/>

fragilidades destacam-se a necessidade de o utilizador ter que indicar manualmente o seu contexto (e.g., escrevendo no telemóvel) e a falta de segurança e controlo de privacidade associada a esses serviços.

O projecto UPCASE ambiciona resolver parte deste problema desenvolvendo um protótipo capaz de gerar dinamicamente informação de contexto a partir de telemóveis, de uma forma segura e controlada pelo utilizador. A informação de contexto inferida no telemóvel será publicada usando as infra-estruturas de Presença introduzidas em [2], estando sujeita a regras de autorização de distribuição seguras. Deste modo resolve-se o problema do controlo de privacidade.

O projecto UPCASE usa como referência a visão de Ambiente Inteligente – AmI<sup>6</sup>. Segundo esta visão, os utilizadores e os objectos estarão rodeados por redes sensoriais que recolhem informação usada para adaptar os serviços às necessidades específicas e espontâneas de cada utilizador.

As primeiras abordagens nos sistemas de identificação de contexto nos dispositivos móveis foram orientadas para a localização (e.g., “em casa”, “no corredor”, “no escritório”, “no centro comercial”). Contudo, recentemente, têm sido apresentados trabalhos que focam contextos mais abrangentes, como actividades do utilizador (e.g., “a andar”, “a correr”, “parado”, “sentado”), características do ambiente (e.g., “frio”, “calor”), estado do utilizador (e.g., “contente”, “triste”, “nervoso”), etc. Esses contextos são identificados a partir de conjuntos de sensores integrados no dispositivo móvel, transportados pelo utilizador (em utensílios pessoais ou na própria roupa), ou disponíveis no ambiente. O dispositivo

móvel recolhe os dados captados pelos sensores e identifica a partir desses dados um determinado contexto. Esta identificação é o cerne do problema e têm existido inúmeros trabalhos (ver, e.g., [5] ou a descrição de alguns desses trabalhos em [3]) que propõem técnicas para inferência/identificação de contextos, normalmente validadas com um número restrito de contextos.

O outro grande desafio está relacionado com a usabilidade. O processo deve ser o menos intrusivo possível, garantindo ao mesmo tempo uma fiabilidade aceitável da informação de contexto produzida. Por outro lado, deve evitar-se a necessidade de ter um novo objecto pessoal, procurando reutilizar objectos pessoais com as funcionalidades adicionais necessárias, e.g., relógio, sapatos, colar/pulseira, óculos, etc. Adicionalmente deve ser possível utilizar infra-estruturas públicas/não pessoais, e.g., detectores de movimento, fumo, e humidade, disponíveis no ambiente.

### 3. Dispositivos

Os sensores são os elementos chave para a aquisição de informação utilizada na inferência de um determinado contexto. Existe uma gama variadíssima de sensores, estando a utilização de um determinado conjunto de sensores dependente dos contextos que se pretendem inferir. Sensores como os de tacto, de aceleração, de vibração, de sinais biológicos (EMG e ECG, por exemplo), de movimento, de luz, de som, de temperatura, de humidade, de posição (e.g., GPS), de gases, da velocidade do vento, da pressão atmosférica, do nível de carregamento da bateria do dispositivo móvel, da intensidade da rede, da hora actual, etc., podem fornecer inúmeros contextos. Na primeira abordagem do projecto UPCASE estão a ser testados contextos baseados em 4 sen-

sos, nomeadamente um sensor de temperatura, um sensor de luz, um sensor de som, e um acelerómetro.

No projecto UPCASE a informação captada do ambiente por sensores necessita de ser transmitida para o dispositivo móvel para que este possa fazer o tratamento e processamento dessa informação, tendo como objectivo final a inferência do contexto a partir de um conjunto de contextos pré-definidos. Também existem sensores integrados no próprio dispositivo, como são os casos dos acelerómetros existentes em alguns dispositivos móveis de última geração (e.g., iPhone, Nokia N95, Sony Ericsson K850 e W910), dos microfones existentes em todos os telemóveis e na maioria dos PDA, dos receptores de GPS integrados em muitos dos dispositivos móveis, e dos dispositivos que permitem obter informação sobre o estado do *smartphone* ou do PDA, como a intensidade do sinal de rede ou o nível de carregamento da bateria. Estes sensores também podem ser utilizados para inferir contextos. Note-se, contudo, que a existência de sensores no próprio dispositivo pode não suprir a necessidade da existência de outros sensores do mesmo tipo. Por exemplo, acelerómetros complementares podem ter de estar localizados no calçado ou nos braços para permitirem a inferência de determinados movimentos relacionados com actividades como “correr”, “gesticular”, etc..

No projecto UPCASE preconizou-se que os sensores externos ao dispositivo móvel fossem ligados a um dispositivo de aquisição de sinais de sensores com interface Bluetooth®. Para tal foi seleccionado o BlueSentry<sup>TM</sup> 7. As razões mais importantes para esta escolha residiram nas seguintes propriedades: dimensões reduzidas (adequado por isso para

<sup>6</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Ambient\\_intelligence](http://en.wikipedia.org/wiki/Ambient_intelligence)

<sup>7</sup> <http://www.rovingnetworks.com>

contextos de mobilidade), facilidade de controlo por envio de comandos via Bluetooth, capacidade de ser colocado em modo “*sleep*”, possibilidade de conectar vários sensores, etc.. Note-se, contudo, que para um produto comercial poderá fazer sentido desenvolver um dispositivo específico para aquisição de sinais de sensores. A Figura 1 apresenta uma imagem com o protótipo actualmente utilizado nos testes.

#### 4. Descrição técnica

Os sistemas de tratamento de dados e inferência de contexto estão a ser desenvolvidos em J2ME sob a forma de MIDlets. Essas MIDlets são executadas num *smartphone*. A Figura 2 ilustra a arquitectura do sistema. A aplicação no dispositivo móvel é constituída por três componentes principais: aquisição de dados, pré-processamento, e inferência de contextos. A fase de pré-processamento é responsável por extrair características (*features*) dos dados lidos em cada sensor. A fase de inferência de contextos é responsável pela identificação do contexto tendo por base as características extraídas na fase anterior. A infe-

rência de contextos é um processo de aprendizagem que resulta num conjunto de regras. Estas regras permitem determinar o contexto do utilizador a partir de um conjunto de leituras dos sensores. Desta forma consegue-se traduzir informação de baixo nível (i.e., características processadas com os dados de cada sensor) em contextos de alto-nível (i.e., que envolvem informação induzida a partir das características extraídas dos múltiplos sensores).

Para aquisição de dados capturados pelos sensores integrados nos dispositivos móveis é utilizado o JSR-256 *Mobile Sensor API*<sup>8</sup>. Contudo, este API não é disponibilizado pela maioria dos *smartphones*, capazes de executar aplicações Java, e os dispositivos que incluem tecnologia Bluetooth de ligação a sensores investigados numa fase preliminar do projecto não são compatíveis com a especificação JSR-256. Por esse motivo, para a comunicação com o BlueSentry, o dispositivo de aquisição de dados dos sensores, é utilizado o JSR-82 Bluetooth API<sup>9</sup>.

A fase de pré-processamento utiliza um conjunto de configurações que permitem categorizar os dados obtidos pelos sensores. Em muitos dos casos a categorização dos dados obtidos pelos sensores é concretizada utilizando médias e variâncias calculadas, tendo por base um conjunto de leituras sucessivas. Poderá também ser necessário aplicar filtros ou outras transformações para minimizar perturbações na leitura de sensores e para reduzir os erros de categorização no processo de extracção de características. O pré-processamento de dados lidos pelo acelerómetro utiliza a FFT (*Fast Fourier Transform*) e a variância por forma a determinar, com base em comparações de algumas características dos sinais no domínio da frequência e de valores de variância com valores limiares, a actividade do utilizador, nomeadamente: “em movimento”, “parado”, etc..

No processo de inferência de contexto são utilizadas árvores de decisão (*decision trees*) [6]. Estas estruturas são adequadas à indução de regras e são mais rápidas de construir e processar do que outras técnicas de

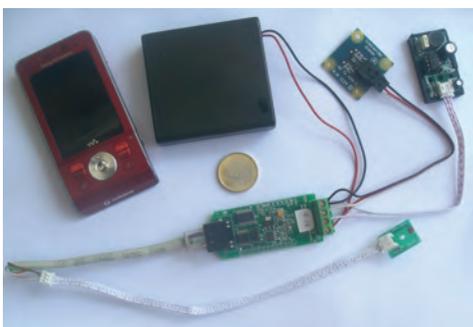


Figura 1 - Imagem com os dispositivos utilizados actualmente no projecto: o *smartphone* (Sony Ericsson W910 que inclui um acelerómetro), caixa de pilhas (caixa preta do lado direito do *smartphone*), os sensores (de temperatura e de som localizados no topo à direita e de luz localizado no fundo à direita), e o dispositivo BlueSentry (localizado no centro da imagem), com tecnologia Bluetooth, usado para a aquisição dos sinais oriundos dos sensores

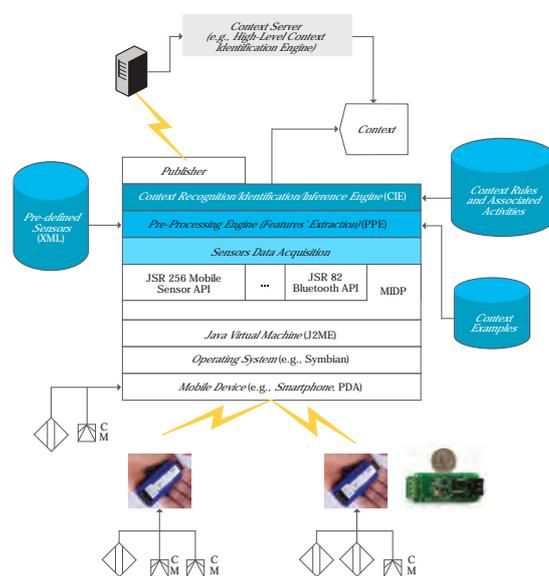


Figura 2 - Arquitectura do sistema protótipo

<sup>8</sup> <http://jcp.org/en/jsr/detail?id=256>

<sup>9</sup> <http://jcp.org/en/jsr/detail?id=82>

indução lógica [7], o que as torna mais apropriadas para implementação em dispositivos com capacidade de processamento limitada.

A inferência tem por base um conjunto de exemplos registados a partir das acções do utilizador. Numa primeira fase de aprendizagem é o utilizador que define manualmente o seu contexto, o que resulta num conjunto de exemplos que podem ser usados para construir uma árvore de decisão. Esta árvore de decisão, que pode ser usada como um conjunto de regras servirá de base à identificação automática do contexto durante a fase de operação. Nesta fase, o utilizador deixa de especificar manualmente o seu contexto, sendo este determinado automaticamente para cada leitura dos sensores. Em caso de erro na inferência do contexto, a árvore é recalculada após a correcção do utilizador. Desta forma a árvore de decisão aproxima-se sucessivamente dos hábitos do utilizador e a inferência de contexto torna-se cada vez mais precisa.

O resultado da indução da árvore de decisão permite obter as regras que definem cada contexto e que podem estar associadas a diferentes actividades do utilizador.

Na fase actual do projecto encontram-se em estudo técnicas que permitam identificar múltiplas actividades utilizando o acelerómetro. Essas actividades incluem: “a andar”, “a correr”, “a subir escadas”, “a descer escadas”, “a conduzir”, “a andar de bicicleta”, etc.. A identificação destas actividades associada a características determinadas pelos sensores presentes no protótipo (Figura 1) permitirá a inferência de contextos com maior utilidade prática (i.e., “a descansar”).

A inferência local de contextos pode ser complementada por um processo de inferência de contextos localizado no servidor. Esse processo poderá ser responsável por contextos

que recorram a informação externa e não acessível no dispositivo móvel. Essa informação pode incluir histórico de contextos ou de dados armazenados que permitam definir um determinado perfil e com os quais se pode prever uma determinada situação ou actividade futura. Pode também incluir acesso a outras fontes, tais como: mapas, serviços, calendarização de actividades, etc.

### 5. Importância para os negócios do grupo PT

A informação de contexto tem aplicações praticamente ilimitadas. O maior desafio passa por identificar aquelas que têm maior potencial de negócio para justificar os investimentos necessários. De uma forma geral, a grande linha orientadora centra-se em conhecer melhor o cliente e satisfazer melhor as suas necessidades. Neste âmbito distinguimos dois tipos de aplicações: a monitorização de contextos, e as aplicações conscientes do contexto. Estas aplicações são descritas de forma sucinta em seguida.

#### 5.1. Monitorização de contextos

Neste tipo de aplicações, a informação de contexto é notificada directamente aos utilizadores que a subscreveram. Uma aplicação imediata é o enriquecimento da informação de Presença de serviços de *Messaging*, como o SAPO Messenger, ou serviços de *Unified Communication*, com a informação de contexto inferida. Outro tipo de aplicação está relacionada com serviços de assistência como:

- > Assistência de Saúde – Dados clínicos são notificados a Médicos;
- > Assistência Infantil – Informação sobre actividades das crianças são notificadas aos pais;
- > Assistência Sénior - Informação sobre actividades de pessoas seniores são notificadas a utilizadores próximos familiarmente (e.g., filhos), mas distantes geograficamente.

### 5.2. Adaptação Dinâmica: Aplicações Conscientes do Contexto

Este será, porventura, o tipo de aplicação com maior potencial de negócio, mas simultaneamente apresenta maiores desafios tanto técnicos, como comerciais. Identificam-se de seguida alguns exemplos de aplicações conscientes do contexto:

- > Comunicação Consciente do Contexto, i.e., o toque de chamar ou o encaminhamento das chamadas (i.e., secretária, *voicemail*) é efectuado de acordo com o contexto do utilizador;
- > Publicidade Consciente do Contexto, por exemplo, a publicidade do serviço MEO é personalizada e dependente do Contexto do Utilizador;
- > Centros de Contacto Conscientes do Contexto, por exemplo, o cliente recebe recomendações de novos serviços, via Agente ou directamente, de acordo com o seu contexto.

Para além destas aplicações, a informação de contexto pode ser usada para construir um histórico, sobre o qual se podem aplicar motores de aprendizagem para construir um Perfil de Utilizador. Desta forma, é possível adaptar a oferta de serviços de acordo com o Perfil do Utilizador, aumentando o ARPU (*Average Revenue Per User*) e diminuindo o *Churn* por cliente.

Na Figura 3 é apresentado o esboço duma possível solução para a introdução de uma plataforma de Serviços de Contexto na rede, reutilizando a infra-estrutura de serviços de Presença.

## 6. Conclusões

O projecto UPCASE visa a inferência automática de contextos relacionados com o utilizador, de forma a possibilitar a criação de serviços conscientes do contexto.

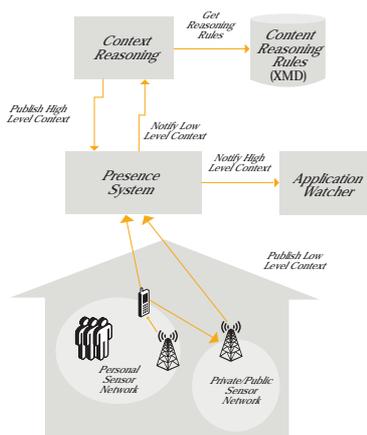


Figura 3 – Plataforma de Serviços de Contexto baseada numa Infra-estrutura de Serviços de Presença

O levantamento efectuado no início do projecto sobre trabalhos existentes na área dos serviços conscientes do contexto confirma as expectativas sobre o potencial do projecto e sobre a sua importância no futuro mercado das telecomunicações. É possível desde já antecipar quais os maiores obstáculos a ultrapassar para uma aplicação comercial dos resultados do UPCASE. O maior obstáculo reside nos dispositivos utilizados, possível de contornar com a utilização de artefactos não intrusivos (embebidos em objectos já usados como o telemóvel, telefone, roupa) ou suficientemente desejáveis pelo utilizador (potenciais objectos de moda e de arte).

O outro grande desafio reside na concepção e implementação em sistemas embebidos de algoritmos para inferir alguns contextos com elevados graus de fiabilidade. Neste âmbito, um exemplo de um desafio aliciante a nível da inferência de contextos é a inferência de estados emocionais como "irritado", "alegre", etc., com base, i.e., em dados recolhidos do batimento cardíaco, a temperatura do corpo e a detecção de

alguns padrões sonoros.

Por fim, temos do lado da rede o desafio final do uso da informação de contexto mantendo, ou mesmo aumentando, o grau de confiança que o cliente deposita na Portugal Telecom.

#### Referências

- [1] J. Coutaz, J. L. Crowley, S. Dobson, and D. Garlan, "Context is key," *Communications of the ACM*, vol. 48, no. 3 (Mar. 2005), pp. 49-53.
- [2] P. Chainho, et al., *Presença: Aplicações Conscientes do Contexto*, Revista Saber e Fazer Telecomunicações Nº5, 2007.
- [3] J. M. P. Cardoso, D. Ferreira, *Arquitectura e Casos de Estudo para o Projecto UPCASE*, Relatório Técnico, IST/UTL, Julho 2008.
- [4] A. K. Dey, "Understanding and Using Context," in *Personal and Ubiquitous Computing Journal*, 5(1), 2001, pp. 4-7.
- [5] D. P. Siewiorek, et al., "SenSay: A Context-Aware Mobile Phone," In. Proc. 7th Int'l Symposium on Wearable Computers (ISWC), White Plains, NY, USA, 2003.
- [6] J. R. Quinlan, "Induction of Decision Trees", *Machine Learning*, (1), pp. 81-106, 1986.
- [7] M. M. Oprea, "Rule Generation Versus Decision Tree Induction", Proc. of 20th Int'l Conference Applied Informatics (AI'02), Innsbruck, Austria, 2002.

Paulo Chainho, Mestrado em Telecomunicações pelo IST da Universidade Técnica de Lisboa. Gestor de Projectos, Actualmente responsável pelo Desenvolvimento de Plataformas de Presença e Serviços Colaborativos no departamento DPP4 (Desenvolvimento de Novas Plataformas e Produtos). Entusiasta do "Open Source". Grande experiência em projectos Internacionais de Investigação e Desenvolvimento incluindo Eurescom, ETSIN SPAN e EU IST. Consultoria na introdução de plataformas de serviços RPG e IMS no Grupo PT.

João M. P. Cardoso é actualmente Professor Associado no Departamento de Engenharia Informática da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) e investigador no INESC-ID. Anteriormente foi Prof. Auxiliar no Departamento de Engenharia Informática do Instituto Superior Técnico (IST), Universidade Técnica de Lisboa (UTL) e na Universidade do Algarve. Durante um período de um ano (2001/2002) trabalhou na empresa PACT XPP Technologies, Inc., uma *startup* localizada em Munique, Alemanha. Tem sido membro do comité científico e membro da organização de diversas conferências internacionais. É co-autor de algumas patentes, co-autor de um livro editado pela Springer, co-editor de dois volumes LNCS da Springer, e autor de cerca de setenta publicações científicas. Os seus interesses científicos incluem Compiladores, Arquitecturas Computacionais Específicas, e Sistemas Embebidos.

Diogo R. Ferreira é professor auxiliar de sistemas de informação no Instituto Superior Técnico no campus do Taguspark. É especialista na área de *Business Process Management* e autor de um trabalho premiado sobre a aplicação de técnicas de inferência à descoberta de processos de negócio. Realizou o seu doutoramento na Universidade do Porto. Desenvolve investigação na área de *process mining* e é responsável pelas disciplinas de Bases de Dados e Sistemas Empresariais Integrados.

## Filtragem de Conteúdos de E-mail *Open-source*

palavras-chave:  
e-mail, *spam*, *open-source*,  
filtro de conteúdos



Paulo Roncon

Estatísticas conservadoras indicam que cerca de 85% do e-mail total que circula no mundo é composto por conteúdos sem origem real e não solicitados [1]. Estes e-mails tentam vender ou publicitar produtos, enganar o destinatário a enviar dados confidenciais ou instalar programas indesejados. Representam custos de muitos milhões de euros mundialmente em horas de trabalho desperdiçado, custos com *hardware* e *software* adicional e necessidade de assistência especializada.

Este artigo apresenta a solução que a PT Inovação implementou para filtrar conteúdos indesejados no e-mail, com o uso de soluções *open-source*. É feita uma abordagem genérica ao conceito de SPAM — definição, tipos e problemas — depois são descritos alguns métodos e técnicas usadas na sua filtragem. É também retratado como foi implementada a filtragem de conteúdos de e-mail na PT Inovação e as várias etapas que levaram ao sistema como hoje existe.

## 1. Introdução

### 1.1. Filtragem de conteúdos de e-mail

Com a massificação do uso da Internet, e das suas facilidades de comunicação associadas, assistiu-se à adopção generalizada do e-mail como um dos principais meios de comunicação assíncrona. O e-mail é um método de escrever, enviar, receber e guardar mensagens por um meio de comunicações electrónico, baseada no protocolo SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*). A evolução do uso do e-mail foi acompanhada pela proliferação de conteúdos de e-mail não desejados e não solicitados, normalmente enviados em massa e sem origem real – SPAM [2].

Este problema obrigou a conceptualização de sistemas que conseguissem decidir se um determinado e-mail era legítimo e devia ser entregue ao destinatário, ou se era apenas SPAM.

## 2. Conceitos

### 2.1. O que é o SPAM

E-mail SPAM, também conhecido

como e-mail em massa não solicitado – *unsolicited bulk email*(UBE) ou e-mail comercial não solicitado – *unsolicited commercial email*(UCE), é a prática de enviar mensagens de e-mail não solicitadas, frequentemente com intuito comercial, em largas quantidades, para um conjunto indiscriminado de e-mails destino.

O SPAM no correio electrónico começou a ser um problema quando a Internet se abriu para o público a meio da década de 90. Tem vindo a crescer exponencialmente e hoje perfaz entre 80 a 85% do e-mail total que circula pelo mundo – numa estimativa conservadora.

Pressões para tornar o SPAM ilegal têm tido sucesso em alguns países, mas nem em todos. Os *spammers* – quem envia o SPAM – aproveitam este facto para utilizar recursos de países onde o SPAM não é ilegal como base para as suas operações, evitando assim problemas.

Cada vez mais o SPAM é enviado através de redes *zombie* - redes de PC infectados com vírus ou *malware*

- a partir de qualquer ponto do mundo. Está-se a tornar claro que os autores de vários tipos de ameaças – vírus, *phishing*, *malware* – estão a trabalhar em conjunto, tornando todo o processo bastante elaborado e sofisticado.

O e-mail é um meio de comunicação extremamente barato e os *spammers* profissionais têm em grande parte processos automatizados. Assim, o negócio de enviar SPAM pode-se tornar bastante lucrativo: mesmo cobrando valores ridiculamente baixos por cada e-mail com SPAM enviado, tal é a quantidade de e-mails que conseguem enviar por hora que o somatório atinge valores bastante grandes.

### 2.2. Tipos de SPAM

*Malware* (vírus, *worms*, cavalos de Tróia, etc.): este tipo apresenta-se sob disfarce e induz o destinatário a executar um programa malicioso anexado à mensagem recebida;

*Phishing*. São mensagens que assumem o disfarce de SPAM comercial ou cujos títulos simulam mensagens

comuns, como comunicados transmitidos dentro de uma organização ou mensagens pessoais oriundas de pessoas conhecidas. Tal disfarce tem como objectivo iludir o destinatário, solicitando-lhe que envie dados confidenciais (preenchendo um formulário, por exemplo) para algum endereço electrónico ou que se registre numa página da Internet, que na verdade é uma cópia de outra página;

*Hoaxes*: O termo *hoax* — boato — está associado a histórias falsas, escritas com o intuito de alarmar ou iludir aqueles que a lêem e instigar a sua divulgação o mais rapidamente e para o maior número de pessoas possível. Geralmente tratam de pessoas que necessitam com urgência de algum tipo de ajuda, alertas a algum tipo de ameaça ou perigo, difamação de marcas e empresas ou ofertas falsas de produtos gratuitos. Aquelas que relatam histórias cujos personagens, época ou localização são desconhecidos são conhecidas como "lendas urbanas";

*Chain letters*: Mensagens desta categoria prometem sorte, riqueza ou algum outro tipo de benefício àqueles que a reenviam para um número mínimo de pessoas, num tempo pré-determinado; garantindo por outro lado que aqueles que interromperem a corrente, deixando de divulgar a mensagem, sofrerão muitos infortúnios. Com esse mecanismo, elas têm a capacidade de atingir um número exponencial de pessoas num curto período de tempo;

*Scams*: Trata-se de oportunidades enganosas e ofertas de produtos que prometem falsos resultados. Entre as ofertas mais comuns estão as oportunidades miraculosas de negócios ou emprego, propostas para trabalhar em casa e empréstimos facilitados. Um dos golpes mais conhecidos da Internet é a mensagem cujo remetente alega ser um nigeriano que, devido a razões políticas ou pessoais, está dis-

posto a transferir uma grande quantidade de dinheiro ao destinatário, desde que este pague uma certa taxa como garantia;

**Propaganda**: Divulgam desde produtos e serviços até propaganda política. Este tipo de SPAM é dos mais comuns e mais antigos já registados. Embora existam mensagens comerciais legítimas, enviadas por empresas licenciadas e conhecidas, nota-se que não é raro que o produto ou serviço oferecido pela mensagem tenha alguma característica ilegal e o *spammer*; e a empresa, sejam desconhecidos do público ou completamente anónimos. Entre outros, um SPAM publicitário costuma apresentar medicamentos sem prescrição, *software* pirata ou ilegal, diplomas universitários, oportunidades de enriquecimento rápido, produtos eróticos e páginas pornográficas. Um dos exemplos mais conhecidos é o SPAM que oferece o medicamento Viagra a baixo custo.

### 2.3. Custos com o SPAM

A União Europeia estimou em 2001 que o SPAM custa mundialmente cerca de 10 biliões de Euros por ano[3].

A legislatura da Califórnia descobriu que o SPAM custou às organizações dos Estados Unidos mais de 13 biliões de dólares em 2007 — incluindo perdas de produtividade e equipamento adicional, *software* e recursos necessários para combater este problema.[4]

Os efeitos directos do SPAM incluem o consumo de recursos computacionais e de rede e consumo em tempo e atenção humanas para eliminar as mensagens não desejadas. Outros efeitos incluem custos com roubo de identidade e de dados, vírus, fraudes e *marketing* enganoso.

### 2.4. Filtragem de SPAM

**Autenticação e repudiação**: Um número de sistemas tem sido proposto para aceitar a recepção de e-

-mails provenientes de servidores que tenham sido autenticados de alguma forma como sendo legítimos. Muitos destes sistemas usam o DNS (*Domain Name System*) para listar *sites* que estão autorizados a enviar e-mail e, em alguns casos, para determinar a reputação desses domínios. Estes sistemas não detectam se um e-mail específico é ou não SPAM. Utilizam a informação do DNS para confiar ou não no servidor de envio. Ex: *domainkeys* [5], *sender policy Framework* [6];

**Pergunta – Resposta**: Este método exige que servidores desconhecidos passem uma série de testes (desafios) antes de entregarem a mensagem;

**Filtragem baseada em *Checksums***: Este filtro explora o facto de que o SPAM é geralmente enviado em grandes blocos e com pequenas variações nos conteúdos das mensagens nestes blocos. Para cada e-mail é gerado um número único — *checksum* e compara-se este com uma base de dados que contém *checksums* de e-mails que são considerados SPAM. Se este *checksum* existe na base de dados, o e-mail provavelmente é SPAM. Ex: *Vipul's Razor* [7].

**DNS-based Blacklists**: Ou DNS-BLs são usados para filtrar e bloquear e-mails recorrendo a heurísticas. São publicadas em *sites* na Internet listas de endereços IP de onde normalmente provém SPAM. Estes *sites* reflectem algum tipo de política: listam *sites* que enviam SPAM, listam *relays* abertos ou *proxies*, listam ISP que suportam SPAM, etc.. Outros sistemas baseados em DNS listam IP ou URL em grupos de Bom ou Mau;

**HELO/EHLO checking**: O SPAM pode ser bastante reduzido com um número de testes bastante simples. Em alguns casos basta exigir um FQDN (*Fully Qualified Domain Name*) válido ao iniciar a comunicação

entre servidores de e-mail. Noutros basta exigir um cumprimento das regras do protocolo, etc.

*Greylisting.* O SMTP permite bloquear temporariamente a recepção de mensagens e o *Greylisting* utiliza esta possibilidade para bloquear temporariamente mensagens de servidores de e-mail desconhecidos. Esta funcionalidade tem um código de erro associado que é enviado para o servidor emissor para que ele tente o reenvio do e-mail mais tarde. Este sistema opera na premissa que um *spammer* não tenta reenviar e-mails – isto implica que ele guarde os e-mails para os reenviar – pois iria aumentar os custos associados ao envio do SPAM. O *spammer* prefere descartar estes e-mails e tentar outros alvos;

*Greeting delay.* Este método atrasa deliberadamente o início da ligação no protocolo SMTP antes de aceitar o envio de dados. Muitas aplicações para envio em massa de e-mails usadas pelos *spammers* não têm previsto este atraso e tentam enviar o e-mail propriamente dito imediatamente depois do envio dos dados de início de conexão. Como o servidor que está a tentar enviar não respeita a pausa imposta pelo servidor destino, a conexão é cortada e o e-mail não entra;

*Hybrid filtering.* Algumas aplicações usam uma combinação de métodos e testes para tentar detectar SPAM. Cada teste tem associado um número, que é conhecido como peso. Cada mensagem que chega é sujeita à totalidade dos testes. Em cada teste que acuse positivo, um contador é incrementado pelo peso associado a esse teste. Se o valor final do contador atingir um valor predefinido pelo administrador, este e-mail é considerado SPAM. Os falsos positivos – identificação de um e-mail legítimo como sendo SPAM – podem-se reduzir em grande parte se existir a garantia de que nenhum teste tem o peso igual ao va-

lor limite para que a mensagem seja considerada SPAM;

*PTR/Reverse DNS checks.* Um dos testes mais usados é verificar se existe uma relação válida entre o endereço origem do e-mail, o domínio referente a esse e-mail e os endereços IP respectivos. Este teste permite verificar se o domínio do e-mail é forjado;

*Rule-based filtering.* Baseia-se na especificação de listas de palavras ou expressões regulares que não são permitidas. Assim, se um servidor receber SPAM a anunciar “Viagra”, o administrador pode colocar a palavra Viagra na lista de palavras não permitidas. De futuro e-mails com esta palavra são bloqueados.

Este método tem algumas desvantagens: exige muita manutenção e normalmente acusa muitos falsos positivos – a palavra “Viagra” pode provir num e-mail com SPAM, ou num e-mail médico, portanto legítima. Outro problema é que os *spammers* alteram as palavras: Viagra pode ser VIagra, Via\_gra, V i a g r a, etc.. Também podem inserir *tags* HTML a meio de uma palavra, de forma que passe pelo filtro e seja vista como texto simples. Isto torna a detecção apenas por palavra-chave ineficaz;

*Sender-supported whitelists and tags.* Existe um pequeno número de organizações que oferecem endereços IP “limpos” e/ou *tags* licenciados para serem inseridas no e-mail – por um preço. A existência destes *tags* serve para assegurar o destino de que este e-mail não contém SPAM. Um problema com este método é que estas organizações ganham dinheiro com a venda de *tags* e não com o policiamento do processo; assim um *spammer* pode comprar *tags* e enviar SPAM sem obstrução;

*SMTP callback verification.* Como grande parte do SPAM tem ende-

reços origem falsos pode-se tentar efectuar uma ligação inversa para o domínio do endereço que está a ser anunciado. Se este endereço não existir, o e-mail provavelmente é SPAM;

*Statistical content filtering.* Este método de filtragem tenta prever se uma mensagem é SPAM ou não, baseando-se numa colecção local de e-mails legítimos e de SPAM. Esta colecção é alimentada pelos utilizadores que vão marcando as mensagens como legítimas ou SPAM e o sistema vai aprendendo com os critérios dos seus utilizadores. Assim, uma clínica poderá considerar e-mails com a palavra Viagra legítimos, mas uma escola primária já os poderá considerar SPAM. Exemplo: *Bogofilter* [8], *DSPAM* [9], *Spam-Bayes* [10];

*Transparent SMTP proxy.* Os *proxies* transparentes SMTP permitem a filtragem de SPAM em tempo real. Combinam várias técnicas de filtragem e tem *feedback* imediato por parte dos utilizadores, evitando assim a necessidade de armazenar em quarentena e-mails marcados como SPAM.

### 3. Implementação

#### 3.1. Funcionamento geral

O sistema de filtragem da PT Inovação funciona como um *proxy* SMTP transparente. É composto por 2 servidores que recebem todo o tráfego SMTP com o destino pt-inovacao.pt (*outbound*). Depois de efectuados os devidos testes, os e-mails considerados legítimos são entregues ao servidor de e-mail que contém as caixas de e-mail dos colaboradores da PT Inovação.

#### 3.2. Detalhe do sistema de filtragem

O sistema de filtragem em uso na PT Inovação baseia-se em componentes *open-source*, não existindo grandes custos com licenças ou compra de *software*.

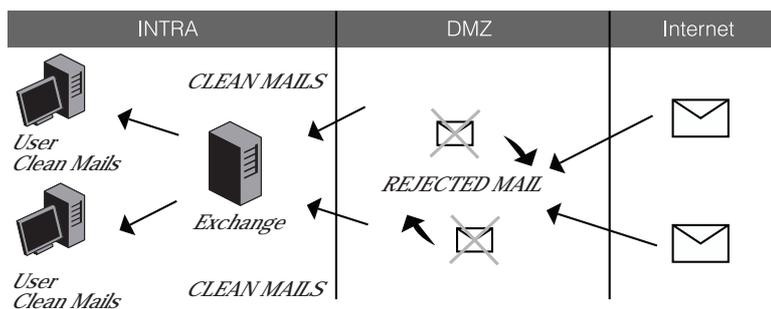


Figura 1 – Sequência da entrega dos e-mails

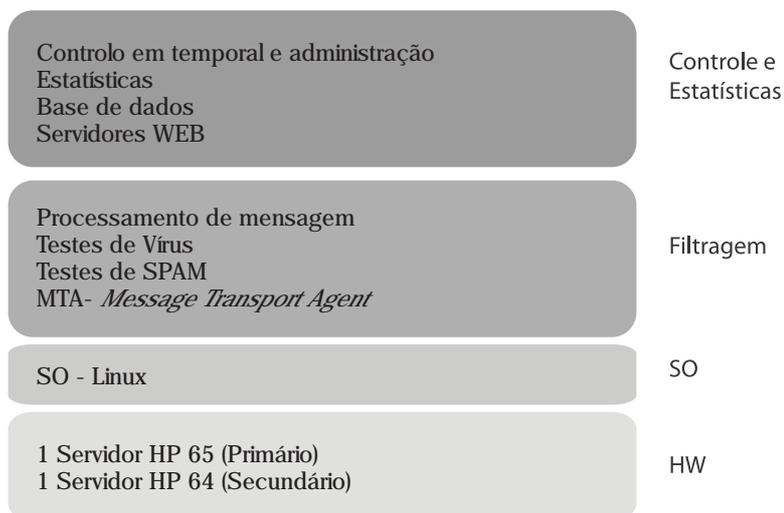


Figura 2 – Principais blocos do sistema

Conceptualmente é composto pelos seguintes blocos: *Hardware*, Sistema Operativo, Filtragem e Controle e estatísticas.

*Hardware*. Tem como principais requisitos poder de processamento e memória RAM. Estão a ser usados 2 servidores;

Sistema Operativo: Utiliza um SO baseado em RedHat Linux 5, pela sua estabilidade e flexibilidade de configuração;

Filtragem: Este bloco é o motor do sistema.

Contém um *Mail Transport Agent* (MTA), as várias ferramentas que fazem a análise dos conteúdos, os testes de vírus e o processamento consequente da mensagem.

O MTA é responsável por receber os e-mails que chegam da internet, colocá-los numa pilha para serem processados pelas ferramentas que fazem os testes; Os testes que são feitos são *White Lists / Black Lists*, *DNS based blacklists*, *EHLO/HELO checking*, assunto, cabeçalho, URL, *rule-based filtering*, *SMTP callback verification*, vírus, *phishing* e anexos (tipo tamanho e nome); Todos estes

testes têm atribuído um sistema de pontuação que vai sendo incrementado quando os testes acusam SPAM/vírus. Se este valor atingir um valor definido pelo administrador do sistema, o e-mail é considerado SPAM. O processamento da mensagem é responsável por decidir o que fazer com as mensagens: Tem a possibilidade de enviar, apagar, guardar, alterar e reencaminhar para outro destino. Estas acções dependem do valor de SPAM calculado anteriormente e das predefinições indicadas pelo administrador do sistema;

Controle e estatísticas: Têm como suporte um servidor *Web* e uma Base de Dados. Existe a possibilidade de extrair estatísticas por volume, tipo de mensagem, origem da mensagem, carga nos servidores, tempo de processamento e intervalo temporal. Existe também a possibilidade de analisar, em tempo real, o processamento dos e-mails, saber quantos estão na pilha para serem processados e quantos estão para ser entregues. A administração de alguns aspectos deste sistema pode ser feita aqui.

Do *software* que está ser usado pelo sistema destacam-se pela popularidade o Sendmail – MTA, o Apache – Servidor http, o MySQL – Base de Dados, o SpamAssassin [11] – Alguns testes de SPAM e o ClamAV [12] – agente antivírus gratuito.

### 3.3. Evolução temporal

A primeira implementação de um sistema de filtragem de SPAM foi feita em Janeiro de 2006 e apenas num servidor. As mensagens depois de filtradas eram TODAS entregues – não se bloqueava nenhuma mensagem. Caso um e-mail fosse considerado SPAM, ao Assunto desse e-mail era acrescentado: [SPAM?]. De forma idêntica caso fosse encontrado vírus, a mensagem era assinalada com um *tag*: [Vírus?] no assunto.

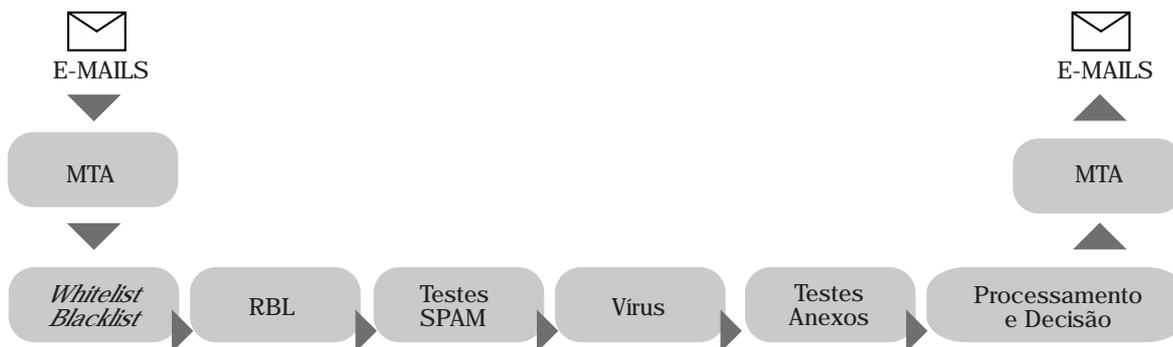


Figura 3 – Detalhe da filtragem

E mails Entrada		Vírus		Spam		E-mails Saída	
Volume	Qtd	Qtd	%	Qtd	%	Qtd	%
24,4GB	2061941	471	0,0%	1921049	93,2%	140475	6,8%

Figura 4 – Resumo de 11 Agosto a 08 Setembro de 2008. Apenas 7% do e-mail é legítimo.

Isto foi feito para se conseguir aferir da exactidão dos testes que eram feitos através do *feedback* dos colaboradores. Esta *tag* no assunto também permitiu a criação de regras nos clientes de e-mail dos colaboradores para, por exemplo, apagar automaticamente os e-mails com esta *tag*.

Esta implementação esteve em funcionamento durante um ano. Este intervalo de tempo permitiu afinar os vários métodos utilizados, melhorar regras e ganhar confiança no sistema. Fimado este tempo de testes, já no terreno, foi instalado um segundo servidor e as mensagens consideradas SPAM passaram a ser automaticamente apagadas.

#### 4. Resultados

Com a instalação deste sistema assistiu-se imediatamente a uma redução superior a 90% do SPAM que chegava às caixas de e-mail dos colaboradores da empresa. O servidor interno de e-mail, onde estão guardadas as caixas de e-mail, passou a estar protegido de grande

parte dos e-mails maléficos com vírus e *malware*. A rede interna da empresa ficou menos sobrecarregada – diariamente são bloqueados em média 1,5G de e-mails pelo sistema. As caixas de e-mail armazenam menos “lixo”, portanto os colaboradores utilizam menos recursos e os *backups* são facilitados. O tráfego entre os vários *sites* da PT Inovação teve um grande decréscimo, fruto da eliminação de conteúdos indesejados.

#### 5. Importância para os negócios do grupo PT

Baixo TCO (*Total Cost of Operation*) Menor custo de licenciamento e aquisição de *software* relativamente a soluções fechadas; Manutenção mínima.

Menor necessidades de *hardware* para armazenamento e *backups*; menor necessidade de largura de banda interna e entre pólos.

Aumento de produtividade – Só no primeiro mês deste ano foram elimi-

nadas 832717 mensagens com SPAM. Se um utilizador demorar em média 2 segundos a ler e apagar uma mensagem com SPAM teríamos:

$$2 \times 832717 = 1665434 \text{ segundos}$$

$$= 462,6 \text{ horas}$$

$$= 57,8 \text{ dias (horário laboral de 8h)}$$

$$= 3,38 \text{ Homensxmês.}$$

Portanto, só no primeiro mês deste ano, foram economizadas 462,6 horas pela PT Inovação.

#### 6. Conclusões

O problema do SPAM torna indispensável, a nível empresarial, o uso de um sistema de filtragem. Existem inúmeras possibilidades: *software* licenciado, gratuito, soluções completas com *hardware* e *software* integrado, etc. Um terão certamente vantagens sobre outras, sendo que o importante é enquadrar a solução à realidade da empresa.

Nenhuma solução existente consegue, no entanto, garantir 100% de eficácia. O SPAM, tal como o vírus, tem sofrido uma evolução contínua na sofisticação. Novas formas de entrega são inventadas e caso as regras do sistema de filtragem sejam demasiado restritas corre-se o risco de bloquear e-mails legítimos.

Existem técnicas que não foram abordadas neste artigo (exemplo: reconhecimento de imagens) e outras que estão ainda em fase embrionária. É responsabilidade do administrador do sistema acompanhar a evolução tecnológica, de forma a manter a qualidade de serviço.

Ultimamente tem-se assistido à instalação de sistemas para filtrar também os e-mails que saem para a Internet, o que representa uma crescente necessidade de assegurar a confiança e de evitar que o domínio de origem não seja listado em RBL.

O mundo *open-source* contém inúmeras ferramentas e sistemas para combater o SPAM. Existem abordagens e soluções muito díspares, algumas restritivas, outras ainda experimentais e aquelas que são quase *standards*. Parte do problema na criação de um sistema deste género é seleccionar, interligar e afinar os vários componentes para que funcionem como um só sistema. A curva de aprendizagem envolvida neste género de soluções pode ser algo acentuada, mas como contrapartida ganha-se uma flexibilidade, estabilidade e controlo quase absoluto.

O sistema aqui descrito pode-se considerar um caso de sucesso: a sua construção modular assegura capacidade de evolução e permite a criação de novas funcionalidades; a escalabilidade do sistema é facilmente conseguida: aumento de memória, processadores e/ou número de servidores; a redundância está prevenida – caso um servidor falhe, o outro consegue dar resposta ao

volume total de e-mails que entram; A manutenção necessária é mínima e o número de falsos positivos é virtualmente zero.

#### Referências

- [1] [http://www.maawg.org/about/MAAWG20072-Q\\_Metrics\\_Report.pdf](http://www.maawg.org/about/MAAWG20072-Q_Metrics_Report.pdf)
- [2] <http://www.spam.com/legal/spam/>
- [3] <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/01/154&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>
- [4] <http://www.spamlaws.com/state/ca.shtml>
- [5] <http://tools.ietf.org/html/rfc4870>
- [6] [http://en.wikipedia.org/wiki/Sender\\_Policy\\_Framework](http://en.wikipedia.org/wiki/Sender_Policy_Framework)
- [7] <http://razor.sourceforge.net/>
- [8] <http://bogofilter.sourceforge.net/>
- [9] <http://dspam.nuclearelephant.com/>
- [10] <http://spambayes.sourceforge.net/>
- [11] <http://spamassassin.apache.org/>
- [12] <http://www.clamav.net/>

Paulo Roncon, Licenciatura em Engenharia de Sistemas e Computação, Universidade do Algarve em 2000. Desde 2000 é colaborador da PT Inovação. É membro da equipa de suporte interno nas áreas de operação, manutenção e suporte de servidores Linux/Windows e de desenvolvimento de *software*. É responsável pelo serviço de Gestão de versões de *Software*, Filtragem de Spam, Sharepoint. Formador na PT Inovação em Linux e Redes e Serviços IP. Responsável de Acção do PR459. Certificação Silver - GIAC *Security Essentials* - GSEC.

# 01

## Gestão de Identidade e Privacidade em Redes Convergentes: Uma Análise de Potencial

palavras-chave:

Identidade, gestão de identidades, autorização, autenticação, privacidade, redes convergentes.



Ricardo Azevedo



Pedro Santos



Francisco Fontes

O número de identidades digitais associadas aos utilizadores das redes actuais cresce diariamente. Para tal, tem contribuído o ambiente aberto em que a Internet tem sido desenvolvida e utilizada, provocando o aparecimento de uma multitude de serviços e oportunidades de negócios. Perante esta situação, e nos modelos correntes, a gestão destas identidades tornar-se-á uma tarefa incomportável para o utilizador, levantando um conjunto de problemas relacionados com segurança e privacidade.

Este artigo apresenta uma breve justificação para a necessidade da criação de elementos associados à gestão de identidades na perspectiva das

redes actuais e das redes de próxima geração (RPG). O aparecimento de funções de gestão de identidades possibilita uma nova oportunidade de negócio para os operadores tradicionais, colocando-os novamente a desempenhar uma função fundamental na utilização de serviços IP, evitando que se tornem simples fornecedores de conectividade IP.

## 1. Introdução

O conceito de gestão de identidades não é novo. Desde há muito que é usado por organizações governamentais (no âmbito do *e-government*), de forma a consolidar e cruzar informação referente aos cidadãos, obtendo assim melhores resultados na organização e gestão associada à identidade. Grandes organizações sentem também a necessidade de gerir a identidade dos seus colaboradores de uma forma centralizada, havendo, para isso, um conjunto alargado de ferramentas disponíveis no mercado para gestão de identidade a nível empresarial [6] [7]. Embora a gestão de identidades seja um domínio complexo, com muitas variáveis e funções, quando aplicado a cenários concretos e de âmbito confinado — como os exemplos anteriores, em que o universo de serviços e utilizadores são bem conhecidos — a sua utilização, e o desenvolvimento de soluções, torna-se mais simples quando comparado ao mundo das telecomunicações.

O uso intensivo da Internet, como meio de publicação e transmissão

de informação, por um crescente número de utilizadores, tem provocado o aparecimento de uma grande variedade de serviços *online* tais como *home-banking*, lojas *online*, leilões, serviços administrativos, fóruns, etc. Grande parte destes serviços requer um registo inicial de modo a que o utilizador possa usufruir dos mesmos. Esta acção implica, normalmente, a divulgação de dados pessoais, assim como a criação e obtenção de credenciais para aceder ao serviço em questão. A constante introdução da mesma informação pessoal (ou similar), a gestão das várias credenciais, perfis etc., associado a cada registo, além de não ser cómodo, faz com que o utilizador, à medida que consome mais serviços, se torne incapaz de gerir efectivamente todas as suas “identidades” mantendo um nível adequado de privacidade e segurança.

Neste artigo apresentamos uma possível solução para este problema da gestão de identidades, assim como um exemplo concreto de aplicação dos conceitos daí provenientes.

## 1.1. Identidade

Por definição a “identidade” de um utilizador é um conjunto de elementos que permitem identificá-lo num dado contexto. Transpondo a definição de identidade para o domínio da Internet e das redes de telecomunicações, uma identidade é composta por um conjunto de atributos de um determinado utilizador que este apresenta perante um dado serviço ou entidade. Estes atributos podem tomar várias formas:

- > Aspectos biométricos (ex. cor dos olhos);
- > Dados financeiros;
- > Morada, número de telefone;
- > Credenciais de acesso a serviços;
- > Histórico de compras;
- > Preferências;
- > Reputação;
- > Etc.

Estes atributos que fazem parte da identidade do utilizador estão não só dispersos por diferentes provedores de serviço, como também se encontram duplicados em vários locais (Figura 1). A existência de um grande número de contas nos vários serviços poderá resultar na utilização de credenciais de acesso iguais (ou de baixa complexidade) na maioria dos serviços, provocando assim problemas de segurança. Além disso, com a difusão dos diferentes atributos da identidade pelos vários serviços, torna-se também incomportável para o utilizador gerir de forma eficaz as regras de privacidade aplicáveis aos serviços que tem subscritos, assim como assegurar a actualização desses mesmos atributos de uma forma consistente.

### 1.2. Gestão de identidades

A solução para o problema de gestão de identidades, apresentado na secção anterior, passa por criar mecanismos de interligação entre os diversos provedores de serviço, fazendo com que a informação pessoal dos utilizadores deixe de estar confinada em “silos de identidade”, mas que seja acessível por todos os fornecedores de serviço desde que devidamente autorizados pelo utilizador (por ex. através de políticas de privacidade). Este processo de interligação de contas é denominado por “federação”.

A federação de identidade (Figura 2) consiste na interligação, através de pseudónimos, dos dados de um certo utilizador, entre dois fornecedores de serviço diferentes. O utilizador continua a manter um papel activo, uma vez que a federação entre duas contas depende da sua autorização. Este também poderá criar um conjunto de regras de privacidade impedindo que determinada informação seja transmitida de um SP (*Service Providers*) para outro.

Para que não seja necessário estabelecer federações de identidades



Figura 1 - Fragmentação da identidade [9]

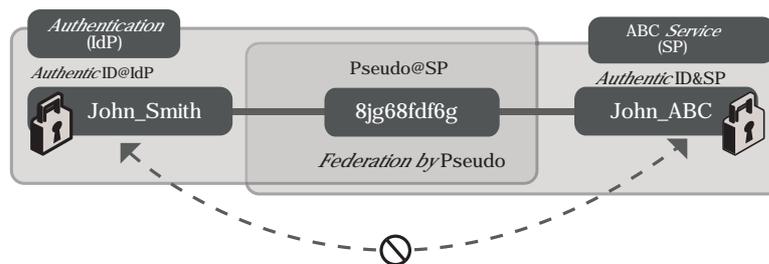


Figura 2 - Federação de identidade

entre todos os SP, o grupo *Liberty Alliance* (LA) [1] propõe a ideia de um *Circle of Trust* (CoT) e uma entidade chamada *Identity Provider* (IdP). O CoT consiste numa relação comercial e técnica, entre um conjunto de SP e um IdP, sobre como trocar informação relativa à identidade de um utilizador, de maneira segura e o menos intrusiva possível. Ao IdP fica a responsabilidade de autenticar o utilizador e de manter a associação entre a Identida-

de do mesmo e as várias contas deste nos diversos SP.

Desta maneira, cada SP apenas necessita de federar a identidade, ou conta, de um dado utilizador com uma única entidade, o IdP desse mesmo utilizador. Além disso, o SP deixa também de necessitar de implementar o seu próprio mecanismo de autenticação, deixando esse papel ao IdP.

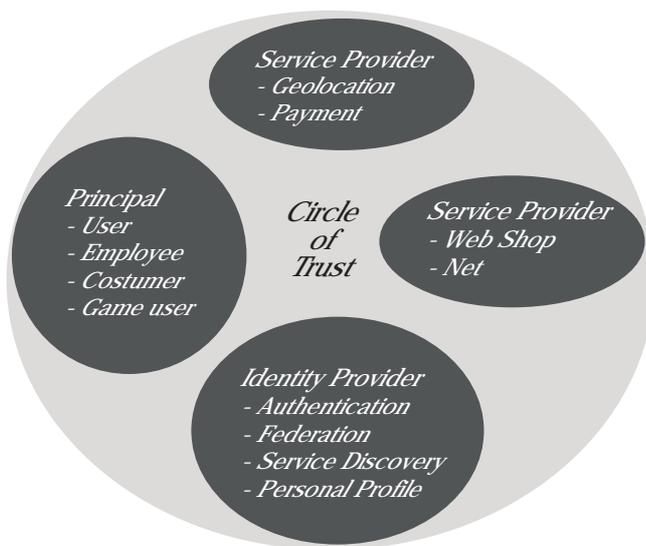


Figura 3 – CoT baseado na arquitetura LA [1]

## 2. Candidatos a Identity Provider

Teoricamente, qualquer entidade ou instituição, seja ela um SP, operador, instituição governamental, ou até mesmo um utilizador, pode desempenhar o papel de IdP. No entanto, nem todas as entidades se encontram igualmente posicionadas para desempenhar este papel. A adequabilidade de uma certa entidade para cumprir o papel de IdP pode ser avaliada tendo em conta os seguintes pontos [2]:

> Reputação: Ao ser responsável pela autenticação do utilizador, e pela asserção de afirmações sobre o mesmo, o sucesso de uma qualquer entidade como IdP será susceptível à sua reputação perante os utilizadores. A reputação poderá envolver aspectos como as políticas de privacidade, o historial de segurança de dados, a qualidade de serviço, etc.;

> Acordos comerciais: Quanto maior for a dimensão do CoT do IdP, ou seja quanto mais acordos IdP-SP houver, maior será a gama de serviços disponibilizados através de um dado IdP;

> Ponto de acesso: Uma vez que para consumir um qualquer serviço, um utilizador necessitará, eventualmente, de se autenticar no seu IdP, quanto mais cedo a autenticação se verificar, melhor;

> Experiência de utilização: A utilização do sistema terá de ser simples, intuitiva e adaptada às várias situações, minimizando a interferência na actividade principal do utilizador (i.e. a utilização do serviço). Isto poderá, por exemplo, implicar o suporte para vários processos ou mecanismos de autenticação.

Tendo em conta os pontos referidos, o operador tradicional apresenta, actualmente, um alargado conjunto de vantagens que o posiciona para melhor desempenhar a função de IdP, das quais enumeramos as principais:

i) Os operadores já disponibilizam vários serviços (são portanto provedores de serviços) e agem como IdPs para esses mesmos serviços;

ii) Já possuem uma grande quantidade de informação relativa aos seus utilizadores (por ex. perfis de

utilização, localização, dados de autenticação, etc.) associados aos serviços por si já prestados. Parte desta informação poderá ser reutilizada para autenticar o utilizador perante provedores de serviço ou disponibilizada como atributos do utilizador;

iii) Existe um contrato entre o operador e o utilizador (cobrança monetária), o que simboliza uma relação de confiança entre estas duas entidades. Além disso, a grande maioria dos operadores já possuem uma presença forte na sociedade e mercado, assim como um historial no relacionamento com o utilizador; pelo que os torna entidades de reputação considerável (ou seja, dignos da confiança do utilizador comum);

iv) Além de disponibilizarem vários meios de acesso, são também o primeiro ponto de contacto, pelo qual o utilizador tem acesso à Internet. Este factor posiciona o operador numa situação privilegiada no que toca à autenticação do utilizador e à disponibilização dessa funcionalidade para outros provedores de serviço.

Resumindo, os operadores detêm a infra-estrutura, o conhecimento, informação referente à identidade dos utilizadores, e são organizações de confiança do ponto de vista dos utilizadores. Além disso, são normalmente o primeiro ponto de contacto de ligação à rede. Estes factores fazem do operador o melhor posicionado para desempenhar a função de IdP.

## 3. Operador como um Identity Provider

### 3.1. Estado actual

O ambiente aberto em que a Internet assenta e o recente movimento denominado “Web 2.0”, tem proporcionado o aparecimento de novos e variados serviços e áreas de negócios. Os provedores de serviço emergentes aproveitam a infra-estrutura

do operador tradicional para proporcionar novos serviços, mas retiraram-no da cadeia de proveitos. O operador tradicional, que não apresente serviços de valor acrescentado, poderá rapidamente transformar-se apenas num “provedor de conectividade IP”. O cenário actual é apresentado graficamente na Figura 4. Todo o lucro associado aos serviços fica apenas no SP.

#### 4. Possibilidade de negócio

A possibilidade de o operador tradicional desempenhar funções de IdP poderá recolocá-lo na cadeia de proveitos dos novos serviços, desempenhando um papel central em todo o processo, passando também a observá-lo e controlá-lo.

As receitas para o operador tradicional – como IdP – advêm de dois actores:

- i) do utilizador final – o utilizador poderá pagar, por transacção ou *flat-rate*, para ter acesso aos serviços de gestão de identidade e privacidade;
- ii) do SP – ao aceder à base de dados de identidades e às relações que o gestor de identidades detém no seu *Circle of Trust*, o SP estará, potencialmente, a ampliar o seu negócio e deverá pagar por esse serviço. O pagamento poderá, por exemplo, ser efectuado por transacção ou por pertencer ao *Circle of Trust*.

#### 4.1. Exemplo – Delegação em IPTV

O cenário actual de acesso a serviços ADSL ou IPTV é hoje realizado com base no contrato existente entre o subscritor do serviço e o operador. Verifica-se no entanto que, geralmente, cada subscrição (contrato formal) é partilhada, havendo um conjunto de pessoas a aceder ao serviço (Figura 5). O subscritor (também utilizador) pode, portanto, ser diferente do utilizador que consome o serviço em si, não existindo,

actualmente, mecanismos intuitivos para detectar quem, realmente, está a consumir o serviço. Este facto impossibilita a existência de políticas de acesso, ou personalização desses mesmos serviços.

O conceito de identidades virtuais e delegação de serviço poderão ajudar a mitigar este problema. O subscritor cria, junto do IdP, um conjunto de

identidades virtuais, que associa a si ou a outras pessoas. Estas associações detêm um conjunto de políticas e credenciais de acesso, dados de personalização, etc.

O processo de delegação é composto por duas partes distintas:

- i) Criação de uma nova identidade virtual e políticas associadas ao

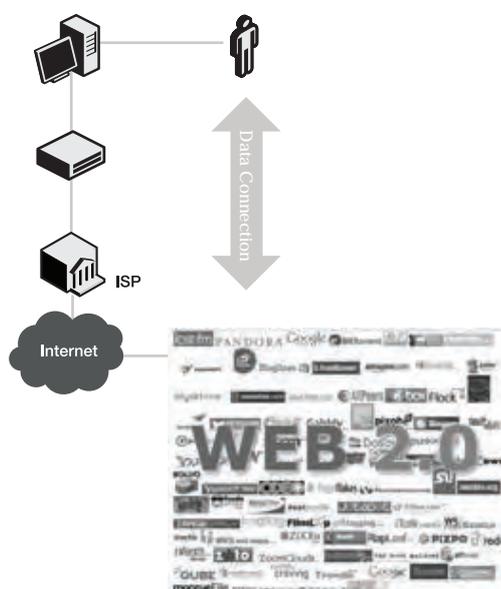


Figura 4 – Situação actual do operador tradicional

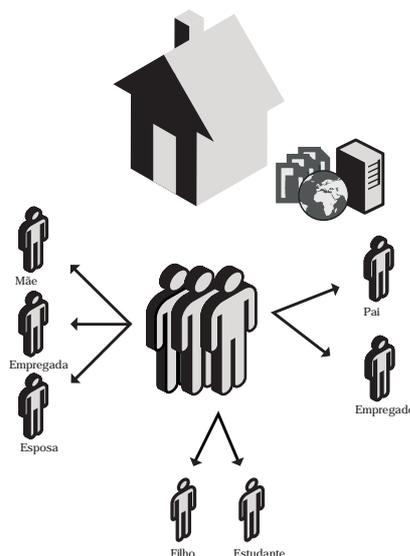


Figura 5 – As várias “faces” do subscritor

uso do serviço por essa identidade virtual,

ii) Acesso ao serviço.

A próxima secção apresenta de uma forma mais detalhada uma possível implementação dos referidos processos, embora outras possibilidades de implementação sejam possíveis.

5. Delegação do acesso a um serviço

No exemplo apresentado, a autorização é efectuada pelo IdP e a autenticação pelo SP. Como é através do IdP que o subscritor cria e gere as identidades virtuais, é o IdP o local

mais adequado para gerir as políticas associadas às identidades virtuais. Por outro lado, o subscritor possui um contrato com o SP, pelo que também será natural que este seja responsável pela emissão das credenciais associadas a esse contrato.

A criação de uma nova identidade virtual, e a associação a esta de políticas de acesso, apresenta-se na Figura 6. O processo é constituído por duas fases. A primeira fase consiste na criação de uma nova identidade virtual. O subscritor acede ao IdP e cria uma nova identidade virtual (que fica associada à identidade raiz, i.e. o subscritor) e políticas as-

sociadas (mensagem 1). Uma vez que a autenticação dos utilizadores, para acesso ao serviço, é efectuada pelo SP, o IdP envia um pedido para este gerar novas credenciais de acesso para o novo utilizador (mensagem 2). A informação é enviada para o IdP e finalmente chega ao subscritor. A segunda fase resume-se à entrega da nova chave de acesso ao serviço ao novo utilizador (representado pela nova identidade virtual criada pelo subscritor). A entrega pode ser feita de diversas formas, através de um *smart card*, pessoalmente, etc.

6. Acesso ao serviço por delegação

O acesso ao serviço por parte do utilizador (identidade virtual), criado anteriormente pelo subscritor, é apresentado na Figura 7. Ao aceder ao serviço, o SP questiona o IdP para que este verifique as políticas de acesso ao serviço (ex. utilizador XYZ tem mais de 18 anos). Uma vez verificadas as políticas de acesso, e comunicado esse facto ao SP, cabe a esta entidade executar a autenticação necessária para conceder o acesso ao serviço.

7. Conclusões

Todo o trabalho na área de gestão de identidades tem vindo a ser desenvolvido por organizações mais relacionadas com as tecnologias associadas à Web. Só agora se tem tornado um tema a considerar pelos operadores e organismos de normalização “tradicionais”, tais como o ITU-T [5] ou o ETSI/TISPAN [8]. A PT Inovação tem vindo a seguir este trabalho, uma vez que faz parte do projecto FP7 – SWIFT (*Secure Widespread Identities for Federated Telecommunications*) [4].

Os benefícios associados à gestão eficaz das identidades dos utilizadores são claros e distribuídos por todos os actores. Do ponto de vista do operador, a utilização deste serviço poderá recolocá-lo novamente na cadeia de receitas do acesso a serviços disponibilizados por outros.

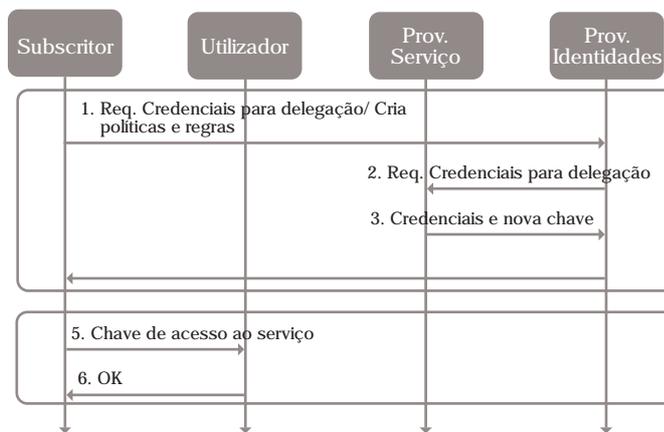


Figura 6 – Criação de uma nova identidade virtual

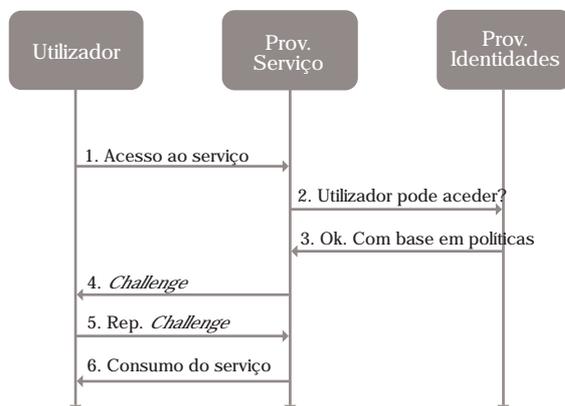


Figura 7 – Acesso ao serviço

É também claro que o operador é um dos actores que melhor está posicionado para desempenhar o papel de SP de identidade, uma vez que já possui o *know-how* (é provedor dos seus próprios serviços), tem uma relação de confiança com os utilizadores, é dono da infra-estrutura de acesso à rede e dispõe, já, uma enorme base de dados de identidades.

#### Referências

- [1] <http://www.projectliberty.org/>
- [2] *Identity Management for Converged Networks*, Lucent/Sun Whitepaper, 2006.
- [3] *Identity Management in Telecommunication Business*, Do Van Thanh , Ivar Jørstad , Do Van Thuan , Nicolay Bang, 2007.
- [4] <http://www.ist-swift.org/>
- [5] ITU - Telecommunication Standardization Sector - Focus Group on Identity Management
- [6] <http://www.sun.com/software/products/identity/index.jsp>
- [7] <http://www.necam.com/IDS/IdMgmt/>
- [8] European Telecommunications Standards Institute - Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Network - <http://www.etsi.org/tispan/>
- [9] <http://www.fredcavazza.net>

Ricardo Azevedo, MSC em *Internet Computing* pelo Queen Mary College (Universidade de Londres) em 2006 e Licenciado em Engenharia de Computadores e Telemática pela Universidade de Aveiro em 2004. Foi bolseiro de investigação do IT desde 2004 a Fevereiro de 2006, com trabalho desenvolvido na área de QoS em redes heterogéneas de 4ª geração. Em Fevereiro de 2006 iniciou a sua actividade profissional na PT Inovação, tendo por objectivo o desenvolvimento uma entidade gestora de recursos a integrar na plataforma Sh/znet. Participação em diversos projectos de I&D no âmbito do IST na área de QoS e *Network Management*, privacidade e gestão de identidades. Interesse pelas áreas de QoS, *Admission Control Algorithms*, *Network Measurements* e mobilidade em cenários de redes heterogéneas.

Pedro Santos, licenciado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Ramo de Telecomunicações, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto em 2007. Em Janeiro de 2008 iniciou a sua actividade profissional na PT Inovação como Estagiário Profissional, tendo como principais áreas de investigação o *Multicast IP* e *Identity Management*. Demonstra interesse pelas áreas de *Identity Management* e Redes de Nova Geração.

Francisco Fontes, licenciado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, ramo de Electrónica e Telecomunicações, pelo Instituto Superior Técnico (Setembro de 1991) e Doutorado pela Universidade Politécnica de Madrid (Novembro de 2000) na área de gestão distribuída de redes de telecomunicações. Em Setembro de 1991 iniciou a sua actividade profissional na PT Inovação (CEI) tendo-se especializado em tecnologias de rede de banda larga, especialmente nas tecnologias ATM e IP. Actualmente os seus interesses situam-se nas áreas de Qualidade de Serviço em redes multi-serviço e na sua evolução para arquitecturas RPG *All-IP*.

## Gestão de Sessões *Multicast* sobre Redes de Acesso Heterogéneas

palavras-chave:  
*multicast*, controlo de acesso, AAA,  
redes de acesso heterogéneas



Pedro Santos

Teresa Almeida



Francisco Fontes

António Pinto  
(INESC Porto)



Manuel Ricardo  
(INESC Porto)

O *multicast* IP é um método adequado para transmissão de conteúdos 1-N (ex. IPTV) ou N-M (ex. vídeo-conferência, jogos *online*). Os operadores, no entanto, têm mostrado alguma relutância na adopção do *multicast* IP e em efectuar o seu controlo ao nível da rede, em parte pelos problemas que este apresenta relativamente à gestão de membros e fontes, o que não só impede os operadores de taxarem os serviços baseados em *multicast* IP, como dificulta a gestão de rede.

Uma solução possível para estes problemas passa por se implementar um sistema que permita controlar o acesso a grupos e a transmissão de conteúdos *multicast* (utilizadores

como fontes), ou seja, a implementar um sistema de *multicast* AAA (*Authentication, Authorization and Accounting*).

Neste artigo é apresentada uma solução baseada na detecção de sessões *multicast* nos nós das redes de acesso e a consequente autorização dessas sessões, ainda antes do estabelecimento dos fluxos *multicast*. A solução aproveita as funcionalidades de AAA tradicionais, usadas para identificar o utilizador e autorizar as sessões *multicast*. As três redes de acesso consideradas no projecto foram xDSL, WiMAX e UMTS.

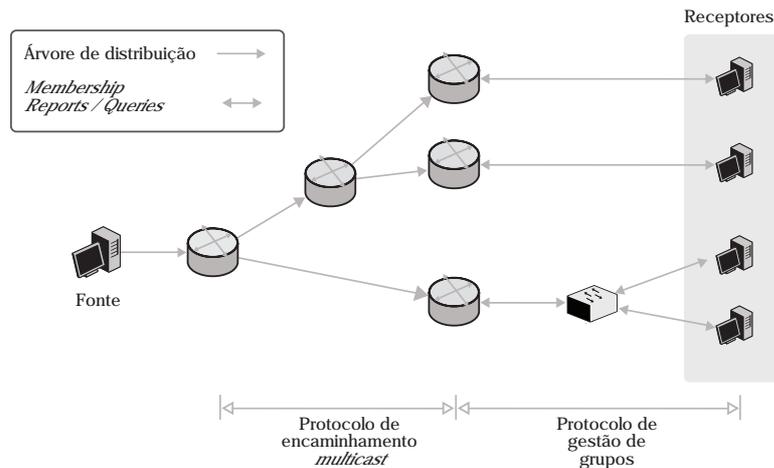


Figura 1 – Elementos de uma rede *multicast* IP

## 1. Introdução

A proliferação de tecnologias de acesso capazes de suportar ligações de alto débito, aliada ao crescente número de utilizadores de banda larga, tem contribuído para o aumento de conteúdos multimédia na Internet. Para suportar o tráfego associado a estes conteúdos, os operadores vêem-se forçados a aumentar a capacidade das ligações por si fornecidas e a adquirir *routers* com capacidade de processamento cada vez maior, o que implica investimentos substanciais em infra-estruturas, nem sempre facilmente realizáveis, quer por razões técnicas ou financeiras.

Muitos destes conteúdos enquadram-se em modelos de comunicação 1-N (ex. IPTV) ou N-M (ex. videoconferência ou jogos *online*). Nestes casos, o *multicast* IP [1] surge como um método de transmissão adequado. Na transmissão *unicast* é necessário um fluxo de dados por cada receptor, no entanto, em *multicast* IP, é criado apenas um fluxo para um conjunto de utilizadores, obtendo-se assim uma

utilização mais eficiente da rede.

Apesar dos aparentes benefícios do *multicast* IP [2], a sua adopção pelos operadores tem sido limitada. Embora já utilizado em serviços, como o IPTV, este método de transmissão não é suportado nas ligações à Internet disponibilizadas pelos actuais *Internet Service Providers* (ISP). Uma das razões desta relutância deve-se ao modelo aberto do *multicast* IP — qualquer utilizador é livre de receber ou transmitir conteúdos de ou para um grupo *multicast*. O *multicast* IP é escalável a um grande número de utilizadores mas, simultaneamente, dificulta o controlo das sessões pelos operadores. A falta destes mecanismos de controlo torna a gestão da rede e o fornecimento de serviços comerciais baseados em *multicast* difíceis de implementar, dado que a capacidade de AAA é essencial para a taxação e controlo destes serviços.

Neste artigo apresenta-se uma solução que utiliza as funcionalidades de AAA existentes nas redes de acesso consideradas (xDSL,

WiMAX e UMTS) para identificar as o utilizador e autorizar as sessões *multicast*.

### 1.1. *Multicast* IP

O *multicast* IP é um método de encaminhamento de pacotes IP, em que um fluxo de dados pode ser, simultaneamente, distribuído a um conjunto de destinos. Isto é conseguido através da replicação dos pacotes de dados em todos os nós da rede onde o percurso para os receptores diverge. A Figura 1 mostra uma sessão *multicast* IP, constituída por três elementos: a fonte de conteúdos, o grupo (receptores) e a árvore de distribuição.

Fonte: elemento responsável por transmitir conteúdos para um, ou mais, grupos *multicast*. Para que um utilizador se torne numa fonte, basta que comece a transmitir tráfego destinado a um endereço *multicast* (endereços IPv4 classe D — 224.0.0.0 a 239.255.255.255).

Grupo: conjunto de receptores de um fluxo de dados emitido, em tempo real, por uma ou mais fontes *multi-*

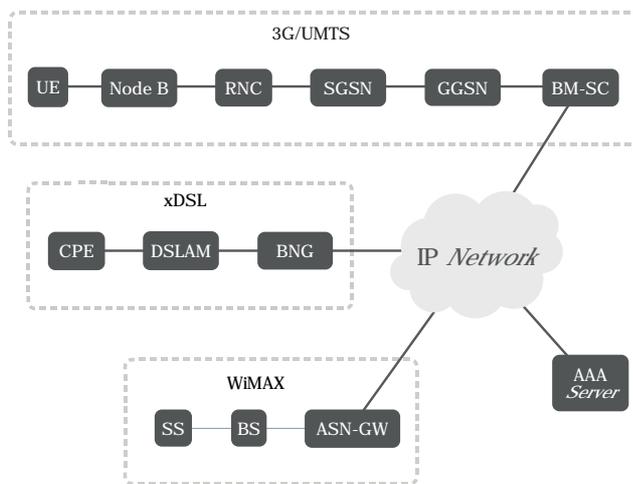


Figura 2 - Cenário de Referência

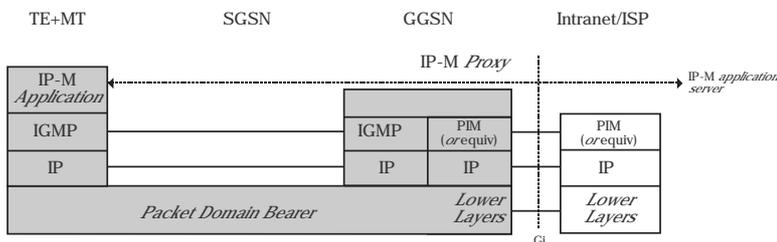


Figura 3 - Plano de controle para *multicast* IP em UMTS

*cast*. Um grupo é representado por um endereço *multicast*. A gestão dos grupos na rede local é feita através do *Internet Group Management Protocol*(IGMP) [3].

Este protocolo permite aos receptores comunicar a intenção de aderir ou de sair de um grupo *multicast*, bem como renovar as adesões previamente efectuadas. Sendo um protocolo local, o IGMP é utilizado apenas entre os receptores e os respectivos *routers* de acesso.

Árvore de distribuição: caminho pelo qual o tráfego *multicast* é encaminhado. As árvores de distribuição são construídas pelos *routers* da rede, utilizando para o efeito pro-

colos de encaminhamento *multicast* (ex. *Protocol Independent Multicast - Sparse Mode* - PIM-SM). As árvores de distribuição podem ser subdivididas em 2 tipos: árvores centradas na fonte (a raiz da árvore é a fonte *multicast*) e árvores partilhadas (a raiz da árvore é um outro nó na rede). Para reduzir a replicação de pacotes nos elementos de rede de nível 2, que por omissão replicam os pacotes *multicast* por todas as portas, é utilizado o IGMP *snooping* [4]. Para isso, os equipamentos de nível 2 inspeccionam os pacotes IGMP e replicam depois os pacotes *multicast* recebidos pelas portas que servem membros do grupo.

## 1.2. Redes de acesso

À medida que as redes de acesso convergem para o modelo *all-IP*, é de todo o interesse aproveitar as vantagens do *multicast* IP, que é independente da tecnologia de acesso. Isto é especialmente relevante nas redes rádio onde os recursos existentes são limitados. A Figura 2 mostra o cenário usado para desenvolver este trabalho. São consideradas 3 redes de acesso: UMTS, xDSL e WiMAX.

### 1.2.1. UMTS

As redes UMTS possuem suporte para *multicast* IP desde a R99. O papel de *router multicast* é desempenhado pelo GGSN [5] (Figura 3). Contudo, o transporte do tráfego *multicast* na rede UMTS é efectuado sobre ligações / túneis ponto-a-ponto, pelo que a eficiência decorrente do uso do *multicast* na rede de acesso é desperdiçada.

O suporte eficiente e nativo de transmissão *multicast* acabou por ser introduzido na *Release 6* com o aparecimento do *Multimedia Broadcast/Multicast Service* (MBMS) [6] (Figura 4).

O MBMS adiciona às redes 3GPP um novo elemento funcional, o *Broadcast Multicast - Service Center* (BM-SC), responsável pela gestão do *multicast* dentro da rede UMTS, incluindo o anúncio de sessões, e a autorização e autenticação de utilizadores. Para além do BM-SC, este serviço requer funcionalidades adicionais em outros elementos da rede UMTS, como por exemplo o suporte da sinalização MBMS pelo SGSN ou a alocação de recursos rádios na *Radio Access Network* (RAN).

No MBMS a distribuição de dados *multicast* é efectuada apenas no sentido descendente (GGSN→UE); qualquer tráfego *multicast* proveniente dos utilizadores deverá ser encaminhado até ao GGSN, encapsulado em ligações ponto-a-

-ponto. Só a partir deste elemento é enviado em *multicast* até aos outros UE do grupo. A gestão dos grupos *multicast* usa mensagens IGMP e são também utilizados endereços IPv4 classe D para representar os grupos. O MBMS é, portanto, interoperável com o *multicast* IP. No entanto, a interface entre o BM-SC e as redes IP externas ainda não se encontra definida, pelo que o MBMS encontra-se limitado à rede UMTS.

### 1.2.2. xDSL

Na Figura 5 encontra-se representada a arquitectura xDSL [7]. O *Broadband Network Gateway* (BNG) assume as funções do *router multicast*, processando as mensagens IGMP provenientes da rede de acesso.

Em redes xDSL as ligações de dados são tipicamente *Point-to-Point Protocol over Ethernet* (PPPoE), estabelecidas entre o *Customer Premises Equipment* (CPE) e o BNG. A natureza ponto-a-ponto destas ligações implica que a replicação *multicast* seja feita apenas no BNG. Ao receber um fluxo *multicast* proveniente da rede IP, o BNG replica-o e envia-o sobre as ligações PPPoE para os CPE membros do grupo. Isto provoca o aparecimento de tráfego redundante em alguns segmentos de rede; isto é, tráfego do mesmo grupo é enviado através de ligações PPPoE diferentes, sobre o mesmo segmento DSLAM-BNG.

A optimização da rede de acesso xDSL para distribuição dos conteúdos por *multicast* IP exige que todos os elementos da rede de acesso participem na replicação *multicast*. Logo, é necessário que a ligação de dados seja feita em *Internet Protocol over Ethernet* (IPoE) e que os equipamentos de nível 2 executem *IGMP snooping*. Uma vez que as ligações PPPoE são também utilizadas para autenticação / autorização de utilizadores, são por

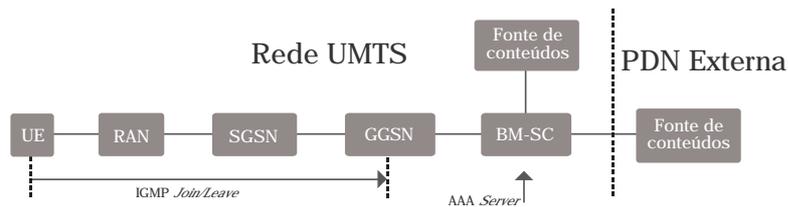


Figura 4 – Arquitectura MBMS

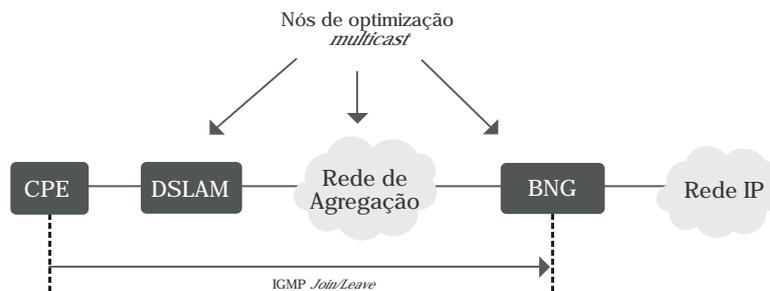


Figura 5 – Arquitectura xDSL

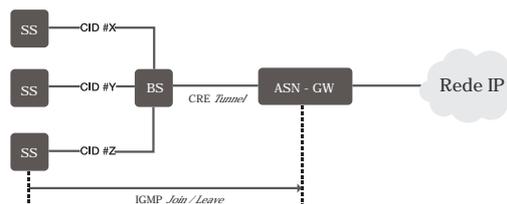


Figura 6 – Arquitectura WiMAX (802.16d)

vezes criados 2 tipos de ligação: PPPoE, para conteúdos genéricos, e IPoE, para conteúdos *multicast* específicos (ex. IPTV).

### 1.2.3. WiMAX

A arquitectura da rede WiMAX (802.16d/e) encontra-se representada na Figura 6. Para transmissão de pacotes IP são estabelecidas ligações de transporte IEEE 802.16, entre a *Base Station* (BS) e as *Subscriber Stations* (SS), identificadas pelo *Connection Identifier* (CID), de 16bits. Também é criado um túnel entre a BS e o *Access Service Network Gateway* (ASN-GW) para cada uma destas ligações.

O papel de *router multicast* em

WiMAX cabe ao ASN-GW, que é também responsável pela autenticação / autorização de utilizadores.

As ligações ascendentes (SS → ASN-GW) são feitas exclusivamente em *unicast*. Por outro lado, no sentido descendente, é possível utilizar mCID (*multicast CID*) para identificar uma ligação partilhada por várias SS. A gestão destes mCID ainda não está definida pelo WiMAX Forum.

Outros problemas associados à utilização do mCID são a fraca eficiência na transmissão de dados para grupos *multicast* de pequena dimensão e o maior consumo de energia das SS.

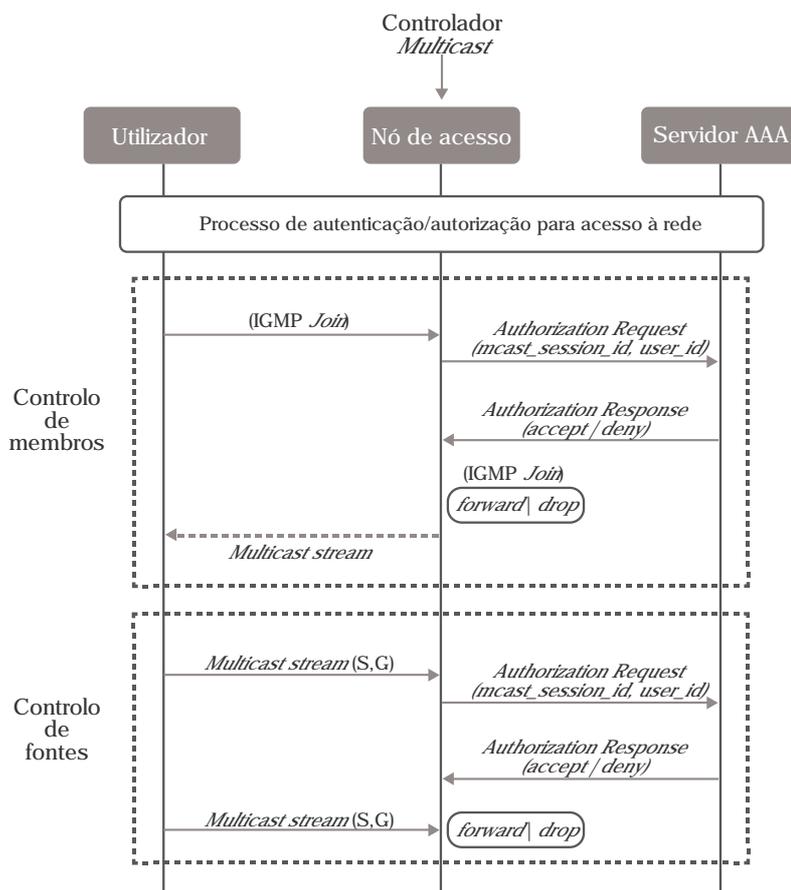


Figura 7 – Controlo do acesso a grupos e de fontes *multicast*

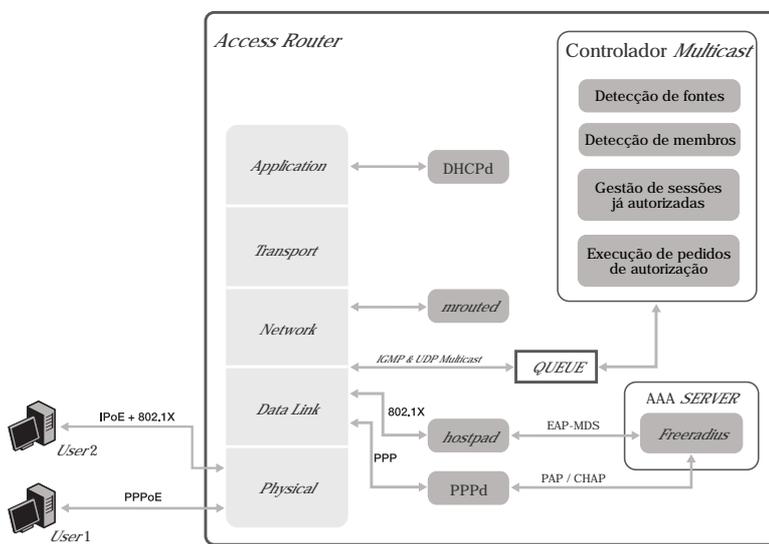


Figura 8 – Protótipo implementado

## 2. Solução desenvolvida

O controlo de acesso aos conteúdos transmitidos por *multicast* IP pode ser conseguido de duas formas: pela cifra de dados *end-to-end*, ou controlando o acesso aos grupos *multicast*. A cifra protege o acesso não autorizado aos conteúdos transmitidos, mas não evita que utilizadores obtenham os fluxos de dados *multicast*, ainda que cifrados. A cifra implica a utilização de *software* específico para a distribuição e partilha de chaves criptográficas, tanto do lado do cliente como do operador. Por outro lado, o controlo do acesso a grupos *multicast* não garante, por si só, a confidencialidade dos dados, mas permite ao operador gerir a distribuição de dados *multicast* ao nível da rede.

O controlo de acesso ao grupo *multicast* foi o método escolhido neste projecto e baseia-se na gestão de sessões nos *edge routers*. Uma vez que estes equipamentos são os responsáveis por processar as mensagens IGMP dos utilizadores, torna-se possível identificar e filtrar pedidos de adesão a grupos e transmissões *multicast* de um utilizador, sendo portanto, possível discriminar os fluxos *multicast* a que um utilizador pode ter acesso e para que grupos *multicast* o utilizador consegue transmitir dados (agir como fonte).

### 2.1. Arquitectura

A solução desenvolvida é composta por dois elementos: o controlador *multicast* e o servidor de AAA (Figura 8).

Controlador *multicast* está situado no nó de acesso à rede e tem funcionalidades que incluem um cliente de AAA e o processamento de mensagens IGMP. Este controlador é responsável pela detecção e interceptação de pedidos de acesso a grupos e transmissões de dados *multicast* pelos utilizadores e também pela verificação da autorização

junto do servidor de AAA. Posteriormente, e em função da resposta obtida pelo servidor de AAA, o controlador processa ou descarta o pedido de acesso recebido, ou, no caso de o utilizador ser uma fonte *multicast*, encaminha ou não o respectivo fluxo de tráfego.

Servidor de AAA: este elemento pode situar-se num qualquer ponto da rede do operador, desde que acessível ao controlador *multicast*. O servidor de AAA contém informação de autenticação, autorização e de registo relativa à ligação do utilizador à rede; contém ainda um perfil *multicast* por utilizador, onde constam os direitos de acesso e de criação de sessões *multicast*. A informação de AAA está organizada de forma a permitir que o controlador *multicast* consiga identificar inequivocamente o utilizador usando apenas os dados contidos nos pacotes de dados e sinalização *multicast*.

Os parâmetros usados para identificar as sessões *multicast* encontram-se descritos na Tabela 1, onde se podem observar os vários tipos de endereço usados em função do tipo de dados interceptados.

Tipo de pacote Recebido	Identificadores da sessão <i>multicast</i>
IGMPv1	SA, GDA
IGMPv2	SA, GDA
IGMPv3	SA, GDA, GSA
UDP <i>multicast</i>	SA, GDA

Tabela 1 – Parâmetros identificadores de sessões *multicast*

Apesar desta solução controlar o acesso no elemento que processa as mensagens IGMP, um controlo similar deverá também ser feito no último elemento de replicação de pacotes de dados. Normalmente este ponto é coincidente com o nó de acesso.

## 2.2. Protótipo

O protótipo desenvolvido contém as funcionalidades principais do sistema:

- > Autenticação de utilizadores, no momento da sua ligação à rede, com recurso a um servidor de AAA;
- > Detecção de pedidos de adesão a grupos;
- > Detecção de fontes *multicast* na rede de acesso;
- > Filtragem do tráfego *multicast* não autorizado.

O protótipo desenvolvido está representado na Figura 8. Por uma questão de simplicidade, o servidor AAA foi instalado na mesma máquina que o controlador *multicast* (router de acesso).

Depois do utilizador se ligar à rede e de se autenticar, o sistema detecta e captura os pacotes IGMP e UDP *multicast*, usando para isso a QUEUE do *netfilter/iptables*. Esta captura é feita antes de o pacote chegar à camada de rede (nível 3), ou seja, antes do router de acesso o processar a nível IP. Na QUEUE são processados os pacotes um a um pelo controlador *multicast*, com o intuito de se verificar se a sessão é autorizada. O controlador identifica o utilizador e a sessão *multicast* usando a informação de rede disponível, endereços IP, neste caso.

O controlador *multicast* usa duas listas temporárias, contendo informação sobre sessões recentemente autorizadas (fontes e membros), com o objectivo de evitar a repetição de pedidos de autorização. Estas listas são refrescadas regularmente. No caso das fontes, esta optimização é ainda mais crítica já que a afluência de pacotes é muito superior. São criadas regras *iptables* para que o tráfego associado a sessões já autorizadas seja imediatamente encaminhado pelo router sem passar pelo controlador *multicast*. Outra optimização possível consiste no bloqueio de pacotes associados a sessões não autorizadas.

## 3. Importância para a PT

A solução apresentada pode ser utilizada para gerir o acesso a serviços que façam uso do *multicast* IP, isto é, aplicações que envolvam a distribuição de dados em tempo real para um grupo de utilizadores. A solução proposta não requer qualquer modificação de protocolos ou *software* do lado do utilizador. Emissão e recepção de vídeo por parte dos utilizadores, distribuição de informação financeira em tempo real, rádio por IP, ou jogos *online*, são exemplos deste tipo de aplicações.

Por outro lado, uma vez que a gestão da sessão *multicast* é feita no

nó de acesso, os utilizadores são impedidos de receber fluxos não autorizados, prevenindo-se desta maneira potenciais riscos de segurança, tais como ataques de DoS.

### Conclusões

Neste artigo foi apresentada uma solução capaz de gerir sessões *multicast* sobre redes de acesso heterogêneas. Esta solução permite controlar e monitorizar pedidos de adesão a grupos, assim como a criação de novos grupos na rede de acesso.

A solução funciona a nível IP, o que a torna adaptável às tecnologias de acesso consideradas; contudo, se existir também *multicast* nível 2, torna-se necessário controlar as tabelas de encaminhamento *multicast* no último ponto de replicação. Existem limitações relacionadas com as várias arquiteturas de rede. Em xDSL e WiMAX, uma ligação pode representar vários utilizadores, pelo que o controlo de acesso é feito por ligação e não por utilizador. Em UMTS existem 2 possibilidades: utilizar o MBMS ou o *multicast* IP "tradicional". No primeiro caso não são suportados utilizadores fonte; no último não são aproveitadas as poupanças em largura de banda associadas à transmissão *multicast*.

O sistema apresentado é transparente para o utilizador, aplicações, protocolos e equipamentos de rede, com excepção do equipamento que implemente o controlador *multicast* e possíveis modificações ao servidor de AAA.

### Referências

- [1] Deering, S., *RFC 1112 Host Extensions for IP Multicasting*; Aug. 1989;
- [2] C. Diot et al., *Deployment issues for the IP multicast service and architecture*, Network, IEEE, vol. 14, 2000, pp. 78-88.
- [3] B. Cain et al., *RFC 3376 Internet Group Management Protocol, Version 3*, Oct. 2002.
- [4] M. Christensen, et al., *RFC 4541 Considerations for Internet Group Management Protocol (IGMP) and Multicast Listener Discovery (MLD) Snooping Switches*, May. 2006.
- [5] 3rd Generation Partnership Project (3GPP), *Interworking between the Public Land Mobile Network (PLMN) supporting packet based services and Packet Data Networks (PDN) (Release 7)*, Jun. 2007.
- [6] 3rd Generation Partnership Project (3GPP), *Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS): Architecture and functional description (Release 7)*, Jun. 2007.
- [7] DSL Forum, *Migration to Ethernet-Based DSL Aggregation*, Apr. 2006.
- [8] *WiMAX Forum Network Architecture Stage 2 - 3. Release 1*, Version 1.1, Jul. 2007.
- [9] H. Jeon, M. Riegel, and S. Jeong, *Transmission of IP over Ethernet over IEEE 802.16 Networks draft-ietf-16ng-ip-over-ethernet-over-802.16-04*, Dec. 2007.

Pedro Santos, licenciado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Ramo de Telecomunicações, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto em 2007. Em Janeiro de 2008 iniciou a sua actividade profissional na PT Inovação como Estagiário Profissional, tendo como principais áreas de investigação o *Multicast IP* e *Identity Management*. Demonstra interesse pelas áreas de *Identity Management* e Redes de Nova Geração.

M. Teresa R. L. de Almeida, é licenciada em Física Aplicada à Óptica e Electrónica, pela FCUP, 1986. De 1987 a 1989 foi bolsista da JNCIT, em C&T, no LIP e integrou a equipa DELPHI, no CERN. Desde 1989 colaboradora da PT Inovação, especializou-se em redes ópticas DWDM, actualmente parte do grupo Plataformas e Redes Multiserviço, Área Investigação Aplicada e Difusão do Conhecimento. Participou em vários projectos nacionais e internacionais, estando actualmente a colaborar no projecto 4WARD, do sétimo Programa Quadro Comunitário. É autora e co-autora de várias publicações.

Francisco Fontes, licenciado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, ramo de Electrónica e Telecomunicações, pelo Instituto Superior Técnico (Setembro de 1991) e Doutoramento pela Universidade Politécnica de Madrid (Novembro de 2000) na área de gestão distribuída de redes de telecomunicações. Em Setembro de 1991 iniciou a sua actividade profissional na PT Inovação (CET) tendo-se especializado em tecnologias de rede de banda larga, especialmente nas tecnologias ATM e IP. Actualmente os seus interesses situam-se nas áreas de Qualidade de Serviço em redes multi-serviço e na sua evolução para arquitecturas RPG *AAIP*.

António Pinto é Licenciado (2000) em Engenharia Informática pelo Instituto Superior de Engenharia do Instituto Politécnico do Porto, Mestre (2005) em Redes e Serviços de Comunicação pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. É Professor Adjunto na Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Felgueiras (ESTGF) do Instituto Politécnico do Porto, onde lecciona disciplinas de Redes de Computadores, Sistemas Operativos e Comunicação e Computação Móvel. Frequenta ainda o curso de Doutoramento em Engenharia Electrotécnica e Computadores na Universidade do Porto.

Manuel Ricardo é Licenciado (1988), Mestre (1992) e Doutor (2000) em Engenharia Electrotécnica e de Computadores (Telecomunicações), pela Universidade do Porto. É professor associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, onde lecciona disciplinas de comunicações móveis e redes de computadores. Lidera também a área de *"Wireless and Mobile Networks"* do INESC Porto.

## Optimização dos Mecanismos de Mobilidade em Redes de Próxima Geração

palavras-chave:  
IEEE 802.21, MIH, Mobilidade Transparente,  
Redes de Acesso *Wireless* Heterogéneas



Pedro Neves Francisco Fontes



Isabel Borges Telma Mota



Susana Sargento  
(Universidade de Aveiro)

O paradigma de acesso à Internet está a mudar e um novo e vasto conjunto de novas tecnologias de acesso *wireless*, como por exemplo WiMAX, Wi-Fi, 3GPP LTE/UMTS e DVB, estão agora ao dispor dos utilizadores e dos seus terminais multi-modo/acesso.

Deste modo, novos mecanismos e protocolos são necessários para fornecer mobilidade transparente entre todas as tecnologias de acesso mencionadas. Actualmente, o organismo de normalização IEEE, nomeadamente o grupo 802.21, está a definir uma plataforma para otimizar os processos de mobilidade em redes de acesso heterogéneas, designada

*Media Independent Handover*(MIH) *framework*.

Tendo como base a *framework* MIH definida pelo IEEE 802.21, este artigo propõe um conjunto de mecanismos e procedimentos com o objectivo de fornecer mobilidade transparente aos utilizadores em ambientes de acesso heterogéneos. Para concluir, um caso prático de aplicação é apresentado, descrevendo o suporte de mobilidade entre as promissoras redes de acesso de próxima geração 3GPP LTE e WiMAX.

## 1. Introdução

Actualmente os utilizadores exigem estar permanentemente ligados à Internet, independentemente da tecnologia e do local de acesso, com débitos elevados, e com garantias de mobilidade sem quebra de serviço, usufruindo deste modo do conceito ABC (*Always Best Connected*). Por este motivo, as redes *wireless* de banda larga, como por exemplo 3GPP UMTS/LTE, WiMAX e Wi-Fi têm vindo a massificar-se e, como consequência, novos estudos têm sido desenvolvidos para permitir a continuidade das sessões dos utilizadores durante os processos de mobilidade (*handover*) entre estas redes – mobilidade transparente. Neste sentido, têm sido colocados novos desafios aos operadores para que consigam integrar nas suas redes de próxima geração a capacidade de garantirem mobilidade transparente, para um vasto conjunto de tecnologias de acesso.

Mediante este enquadramento, o grupo de normalização IEEE 802.21 está a definir uma plataforma, designada *Media Independent Hand-*

*over*(MIH) *framework* [1], cujo objetivo é otimizar e uniformizar os mecanismos de mobilidade entre diferentes tecnologias de acesso.

Uma parte significativa das funcionalidades necessárias para fornecer mobilidade transparente está relacionada com as interações que são necessárias estabelecer entre as especificidades das tecnologias de acesso e as camadas protocolares superiores, nomeadamente o “mundo IP”. É precisamente neste universo que o grupo IEEE 802.21 pretende contribuir com a definição da *framework* MIH, fornecendo uma camada de abstracção, independente das tecnologias de acesso.

Assim, surge finalmente uma norma que permite a interacção entre o “mundo IP” com as tecnologias de acesso, sem ter que se preocupar com as particularidades de cada uma delas. Através da disponibilização de um conjunto de serviços, na forma de comandos e eventos, o IEEE 802.21 fornece informação estática e dinâmica sobre o estado actual do *link wireless* da tecnologia

de acesso aos protocolos de gestão de mobilidade IP, como por exemplo o *Fast Mobile IP* (FMIP) [2], o *Session Initiation Protocol* (SIP) [3] e o *Proxy Mobile IP* (PMIP) [4], auxiliando estes protocolos na tomada de decisões sobre o processo de *handover*.

Neste artigo, começaremos por apresentar a norma IEEE 802.21, dando particular atenção à arquitectura da *framework* MIH e aos serviços disponibilizados pela mesma. Seguidamente, apresentamos uma arquitectura multi-operador e multi-tecnologia, com suporte de mobilidade transparente, garantindo a continuidade dos serviços que estão contratados com o operador durante o processo de *handover*.

Detalharemos ainda um caso específico de mobilidade entre as tecnologias 3GPP LTE e WiMAX, utilizando a norma IEEE 802.21. Para terminar, discutimos o impacto que este tipo de soluções poderá ter para o Grupo PT e apresentamos as conclusões do artigo.

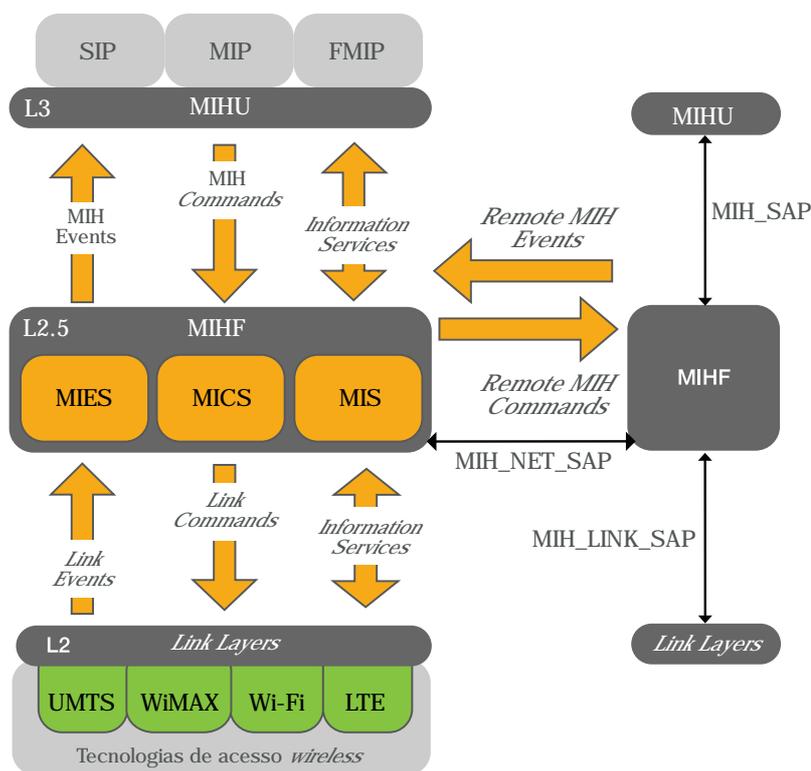


Figura 1 – Arquitectura IEEE 802.21 MIH

## 2. IEEE 802.21 MIH

A norma IEEE 802.21 tem como principal função otimizar os mecanismos de mobilidade em ambientes de acesso heterogéneos. Para isso, está a definir a *framework* MIH, cujo objectivo é uniformizar os processos de comunicação entre as tecnologias de acesso e os agentes de mobilidade das camadas superiores. Através de interfaces comuns a todas as tecnologias de acesso, é disponibilizado um conjunto de serviços que contém toda a inteligência da *framework* MIH.

Nesta secção, iremos descrever os aspectos mais importantes desta norma, nomeadamente as entidades que a compõem e o seu modelo de comunicação num ambiente heterogéneo, multi-tecnologia e multi-operador. Por último, iremos apresentar os serviços que a norma

IEEE 802.21 coloca ao dispor dos diferentes agentes de mobilidade existentes numa rede de telecomunicações de próxima geração.

### 2.1. Arquitectura IEEE 802.21 MIH

A principal entidade definida pela norma 802.21 é o *Media Independent Handover Function* (MIHF). O MIHF pretende abstrair as especificidades das tecnologias de acesso aos mecanismos de mobilidade das camadas protocolares superiores. O MIHF fornece informação inteligente sobre as redes de acesso aos agentes de mobilidade das camadas superiores, designados por *Media Independent Handover Function Users* (MIHU), salientando-se os algoritmos de decisão de mobilidade e os protocolos de gestão de mobilidade, onde destacamos o FMIP, o SIP e o PMIP. Os MIHU utilizam a informação fornecida pelo

MIHF para optimizarem os processos de mobilidade. A comunicação entre todas as entidades da norma 802.21 é efectuada através de três interfaces:

- > MIH\_LINK\_SAP: estabelece a comunicação entre as tecnologias de acesso e o MIHF;

- > MIH\_SAP: efectua a comunicação entre o MIHF e os MIHU;

- > MIH\_NET\_SAP: estabelece a comunicação entre os MIHF existentes em diferentes nós da rede, utilizando o protocolo MIH.

A Figura 1 apresenta, de forma simplificada, a arquitectura especificada pela norma IEEE 802.21, incluindo as tecnologias de acesso rádio, e as entidades MIHF e MIHU mencionadas anteriormente. Estão também representadas as interfaces que permitem a comunicação entre as diversas entidades da *framework*.

### 2.2. MIH Services

A arquitectura IEEE 802.21, apresentada na secção anterior, disponibiliza um vasto conjunto de informação cujo principal objectivo é otimizar os mecanismos de *hand-over* inter-tecnologia. Para organizar e estruturar a informação disponibilizada pela plataforma, o IEEE 802.21 define os três tipos de serviços, representados na Figura 1:

- > *Media Independent Event Service* (MIES);

- > *Media Independent Command Service* (MICS);

- > *Media Independent Information Service* (MIS).

Sucintamente, estes serviços permitem aos MIHU receberem eventos das tecnologias de acesso, enviar comandos para as mesmas, e aceder a informação estática sobre a topologia da rede armazenada num servidor central, respectiva-

mente. Dado que os MIH *Services* constituem uma das partes mais importantes da arquitectura IEEE 802.21, iremos descrever detalhadamente cada um deles.

O MIES fornece informação sobre eventos gerados pelas tecnologias de acesso, como por exemplo o estado e a qualidade do canal rádio. Os eventos podem ser gerados pelo terminal móvel ou pelo ponto de acesso (rede). Dado que diferentes MIHU podem estar interessados em receber os eventos gerados pelas camadas inferiores, os MIHU devem começar por efectuar um pré-registo de todos os eventos que pretendem receber. Desta forma, a plataforma encarregar-se-á de entregar os eventos gerados pelas camadas inferiores à lista de MIHU que subscreveram esses mesmos eventos.

Os eventos podem ser divididos em dois grupos, *Link Events* e *MIH Events*.

Os *Link Events* são gerados pelas tecnologias de acesso e recebidos pelo MIHF. Os eventos que são propagados pelo MIHF para os MIHU são denominados *MIH Events*. Pode ainda subdividir-se os *MIH Events* em locais ou remotos.

Os *MIH Events* locais são propagados para um MIHU situado no mesmo nó, enquanto os *MIH Events* remotos são propagados para MIHU localizados noutros nós da rede. A Figura 1 apresenta o MIES, incluindo os *Link* e os *MIH Events*, locais e remotos.

O MICS permite aos MIHU controlarem as tecnologias de acesso. Os MIHU podem utilizar o MICS para obterem informação sobre o estado do canal rádio ou para configurarem o comportamento das tecnologias de acesso e assim otimizar o processo de *handover*. Os comandos, tal como os eventos, são classificados em dois grupos, *Link* e *MIH Commands*. Os *MIH Commands* são enviados pelos MIHU para o

MIHF, podendo ser locais ou remotos. Os *MIH Commands* locais são enviados para o MIHF localizado no mesmo nó, enquanto os *MIH Commands* remotos são enviados para um MIHF localizado noutra rede. Os *Link Commands* são propagados pelo MIHF para a tecnologia de acesso.

O MICS define uma plataforma através da qual um MIHF, localizado no terminal móvel ou na rede, é capaz de obter informação sobre as redes de acesso existentes. O principal objectivo é obter informação acerca de todas as tecnologias de acesso existentes na área circundante do terminal, permitindo assim a obtenção da topologia da rede de acesso e dando início ao processo de selecção da rede de destino para o processo de *handover*. Uma nova entidade, denominada *MICS Server*, é usada pelo MICS para armazenar toda a informação das redes de acesso.

Assim, os MIHF podem, quando necessário, enviar um *query* ao *MICS Server* para saberem, por exemplo, quais são as tecnologias de acesso que estão disponíveis num deter-

minado instante.

### 3. Arquitectura de Mobilidade

Depois de apresentados os principais conceitos da norma IEEE 802.21, esta secção pretende demonstrar como é que esta plataforma pode ser integrada num ambiente heterogéneo multi-tecnologia e multi-operador. Iremos ainda apresentar um caso específico de mobilidade entre as tecnologias 3GPP LTE e WiMAX.

#### 3.1. Arquitectura de Rede e o MIH

Do ponto de vista da arquitectura, apresentada na Figura 2, a plataforma MIH está presente em diversos pontos da rede, incluindo o próprio terminal móvel, a rede de acesso e a rede de núcleo do operador. Dependendo da localização de cada uma das entidades MIH, diferentes funcionalidades são atribuídas. As seguintes entidades de rede MIH foram definidas pela norma:

- > *Point of Attachment* (PoA): ponto de conectividade do terminal móvel à rede de acesso;
- > *Point of Service* (PoS): ponto de

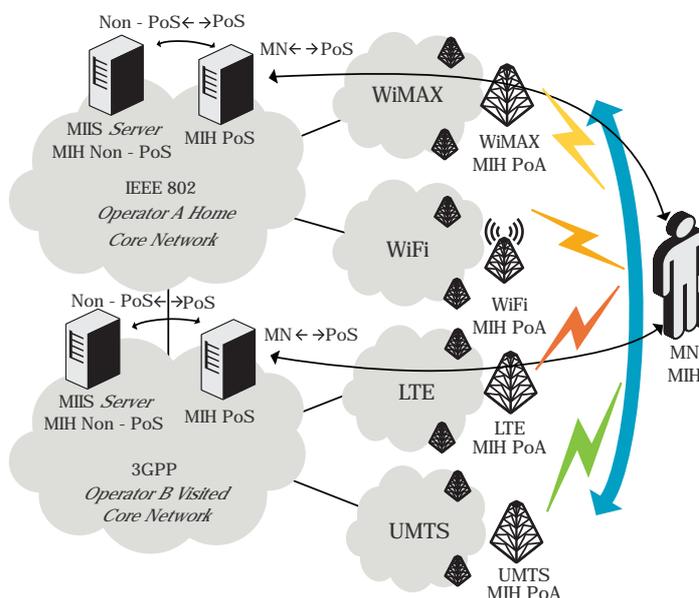


Figura 2 – Rede multi-operador multi-tecnologia

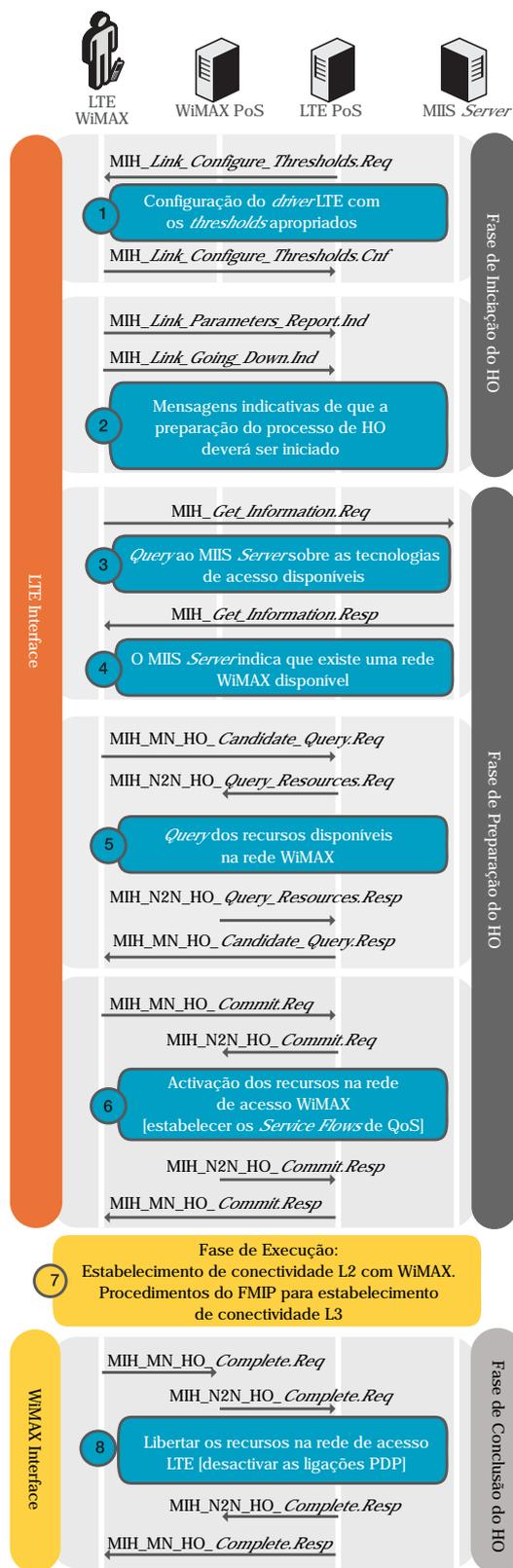


Figura 3 – HO Inter-tecnologia (LTE -> WiMAX)

comunicação MIH entre o terminal móvel e a rede do operador. O PoS pode estar colocado na mesma entidade de rede do PoA;

> *Non-Point of Service* (Non-PoS): ponto de comunicação MIH com um PoS. Esta entidade de rede não troca mensagens MIH com o terminal móvel.

A Figura 2 apresenta uma arquitectura de rede, multi-operador e multi-tecnologia, incluindo as entidades de rede MIH. É apresentada a rede de acesso em ambiente heterogéneo, composta por tecnologias de acesso IEEE, tais como WiMAX e Wi-Fi, e também por tecnologias de acesso 3GPP, neste caso UMTS e LTE. São também apresentadas duas redes de núcleo, uma responsável por controlar as redes de acesso IEEE 802.x e outra pelas redes de acesso 3GPP.

Para além dos PoA de cada uma das tecnologias de acesso, são também demonstrados os MIH PoS, localizados nas redes de *core* dos operadores.

Tal como é representado na Figura 2, os MIH PoS são o primeiro ponto de comunicação MIH com o terminal móvel. Por último, podemos também observar o MIS Server; ou seja o MIH Non-PoS, localizado em ambas as redes de núcleo. Os MIH Non-PoS comunicam directamente com os MIH PoS.

### 3.2. Mobilidade entre LTE e WiMAX

Depois de termos explicado a plataforma IEEE 802.21, e a integração da mesma numa arquitectura de rede de operador, vamos agora apresentar um caso concreto de *hand-over* entre as tecnologias de acesso LTE e WiMAX. Na Figura 3 podemos observar a troca de mensagens MIH entre os vários elementos de rede, nomeadamente um terminal multimodo, com interfaces LTE e WiMAX, os MIH PoS para WiMAX e LTE e o

MIS *Server*: Estas entidades de rede MIH foram explicadas sucintamente na secção 3.1.

Como se pode verificar, o processo de mobilidade está dividido em quatro fases: iniciação, preparação, execução e conclusão. Durante a fase de iniciação, suponhamos que o utilizador acabou de ligar o seu terminal móvel à rede de acesso LTE. No instante seguinte, o LTE PoS vai configurar a interface LTE do terminal (1) com o conjunto de parâmetros de QoS necessários para que a ligação *wireless* satisfaça os requisitos pretendidos (*MIH\_Link\_Configuration\_Thresholds*). Se, nalgum momento, a ligação *wireless* não for capaz de satisfazer estes parâmetros, será despoletado um evento do MIES pela interface LTE. A partir deste momento, a interface LTE enviará periodicamente informação sobre os seus parâmetros de QoS, ou então quando um dos valores de QoS ultrapassar o limite configurado (*MIH\_Link\_Parameters\_Report*).

Quando as condições do canal rádio estiverem a degradar-se, e for previsível que a ligação vai cair num determinado período de tempo, a interface LTE envia a mensagem *MIH\_Link\_Going\_Down* para o LTE PoS. Desta forma, a rede e o próprio terminal conseguem, em tempo real, obter informação sobre o estado da interface LTE e, se necessário, despoletar um processo de *handover*, iniciado pelo próprio MN (*Mobile Initiated Handover* – MIHO) ou pela rede (*Network Initiated Handover* – NIHO) (2), dando início à fase de preparação do *handover*

Nesta fase, e dado que no exemplo se trata de um MIHO, o terminal começa por descobrir quais são as redes de acesso disponíveis à sua volta. Para obter essa informação, utiliza o MIS e faz um *query* ao MIS *Server* (*MIH\_Get\_Information*) sobre as redes de acesso circundantes (3). É importante referir que apenas a interface LTE é utilizada neste pe-

ríodo, mantendo a interface WiMAX em modo *idle* para poupança de energia. Só depois de o terminal obter informação de que existe uma rede WiMAX disponível é que a interface WiMAX é colocada no modo *active* para efectuar o processo de associação à rede WiMAX (4).

Seguidamente, o terminal verifica se existem recursos disponíveis na rede de acesso WiMAX (*MIH\_MN\_HO\_Candidate\_Query*) que satisfaçam os seus requisitos de QoS (5). Caso existam recursos disponíveis, o terminal móvel vai iniciar o estabelecimento da reserva de recursos na tecnologia WiMAX (*MIH\_MN\_HO\_Commit*) (6), dando por terminada a fase de preparação do *handover*. Depois de activados os recursos necessários na rede de destino, pode dar-se a fase de execução do *handover*, ao nível físico e ao nível IP (7).

Finalmente, depois do *handover* ter sido executado e o terminal estar a utilizar a interface WiMAX, são libertados os recursos na rede de acesso que estava a ser utilizada anteriormente (*MIH\_MN\_HO\_Complete*), ou seja na rede LTE (8) – fase de conclusão do *handover*.

#### 4. Impacto para o grupo PT

Actualmente já existem tecnologias de acesso *wireless* no mercado de telecomunicações que permitem aos utilizadores usufruírem de acesso à Internet sem fios. No entanto, devido às limitações das tecnologias existentes, começam a emergir novas soluções desenvolvidas pelos principais organismos de normalização. Num futuro próximo, o 3GPP irá lançar para o mercado a tecnologia LTE, uma evolução do UMTS, e o IEEE lançará a tecnologia WiMAX, ambas capazes de fornecer débitos elevados em ambientes de alta mobilidade e assim serem compatíveis com os requisitos do ITU para as tecnologias de acesso de quarta geração. Desta forma, antevê-se que, no futuro, os utilizadores te-

nam ao seu dispor terminais multi--acesso, permitindo o acesso à Internet através de uma larga oferta de soluções *wireless*. Logo, e para que os operadores, entre eles o Grupo PT, possam tirar o máximo proveito das diferentes soluções existentes, é fundamental garantir que as diferentes tecnologias são capazes de coexistir e não de competir. Para isso, os operadores terão que adaptar as suas redes de forma a garantir interoperabilidade entre as tecnologias de acesso e, em particular, garantir que os utilizadores se podem mover livremente entre as mesmas sem interrupção dos serviços contratualizados com o operador.

Assim, dado tratar-se de uma solução independente da tecnologia de acesso, a norma IEEE 802.21 terá uma importância significativa no contexto da convergência das redes traçado pelo Grupo PT, apresentando-se como um factor diferenciador, e uma vantagem competitiva face aos seus concorrentes, fornecendo uma solução inovadora, normalizada e independente da rede de acesso.

#### 5. Conclusões

Devido à proliferação no mercado de terminais móveis com várias interfaces de acesso, torna-se necessário desenvolver mecanismos que permitam a utilização destes terminais em ambientes heterogéneos, garantindo mobilidade transparente entre as diferentes tecnologias de acesso.

Neste artigo foi apresentada uma solução para viabilizar mobilidade transparente entre diferentes tecnologias de acesso, baseada na norma IEEE 802.21. Esta norma está ainda a definir a *framework* MIH, cujo principal objectivo é otimizar os mecanismos de mobilidade entre diferentes tecnologias. Para isso, define uma camada de abstracção, denominado MIHF, que separa as especificidades das tecnologias de acesso dos protocolos

de gestão de mobilidade das camadas superiores. Define também interfaces uniformes entre as tecnologias de acesso e as camadas superiores, permitindo assim a integração de qualquer tecnologia nova que possa aparecer no futuro.

O trabalho apresentado neste artigo encontra-se em fase de validação experimental através de um simulador. Resultados preliminares de um *handover* entre Wi-Fi e WiMAX podem ser encontrados em [5]. No futuro pretende-se integrar as restantes tecnologias de acesso no simulador, designadamente UMTS e LTE. Simultaneamente, vamos também procurar investigar e propor soluções para algumas das lacunas ainda existentes no IEEE 802.21, nomeadamente a definição de um mecanismo de transporte para o protocolo MIH e também a integração efectiva das primitivas do IEEE

Pedro Neves, licenciado e Mestre em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2003 e 2006 respectivamente, encontra-se, desde 2007, a desenvolver o Doutoramento em Engenharia Informática e Telecomunicações na mesma Universidade. Simultaneamente, participa na co-orientação de alunos de Mestrado de Engenharia Electrónica e Telecomunicações. Após a Licenciatura, tornou-se bolseiro de investigação do Instituto de Telecomunicações, onde trabalhou nos projectos co-financiados pela Comissão Europeia DAIDALOS-I e II, tendo sido responsável pela definição de uma arquitectura para a rede de acesso com integração da tecnologia WiMAX. Em Junho de 2006 iniciou actividade na PT Inovação, no domínio das redes de acesso *wireless* de próxima geração *4G*, nomeadamente na especificação de mecanismos para suporte de mobilidade transparente e QoS para as tecnologias WiMAX e 3GPP UMTS/LTE, no âmbito de projectos co-financiados pela Comissão Europeia (WEIRD e HURRICANE) e pelo Eurescom. É co-autor dos livros "*Advances in Mobile WiMAX*" e "*Evolving WiMAX*" publicados pela Wiley, e tem mais de 25 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 Doutoramento pela Universidade Politécnica de Madrid (Novembro de 2000) na área de gestão distribuída de redes de telecomunicações. Em Setembro de 1991 iniciou a sua actividade profissional na PT Inovação (CET) tendo-se especializado em tecnologias de rede de banda larga, especialmente nas tecnologias ATM e IP. Actualmente os seus interesses situam-se nas áreas de Qualidade de Serviço em redes multi-serviço e na sua evolução para arquitecturas RPG *4G*.

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

Telma Mota concluiu a Licenciatura e Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores na Universidade do Porto e tirou uma Pós-graduação em processamento de sinal na mesma universidade. Ingressou na empresa TLP SA, onde realizou trabalho de planeamento e dimensionamento de redes de comutação digital, Redes Inteligentes e teletráfego. Desde 1994 que integra a PT Inovação e tem estado ligada às áreas de gestão e arquitecturas de Redes e Serviços; IN, evolução da IN, TINA, Parlay e mais recentemente IMS, TISPAN e MBMS, normas 3GPP que se dedicam a definir aspectos de estabelecimento de Sessões Multimédia, QoS, Mobilidade e *Multicast*. Participou em diversos projectos Europeus (Eurescom e IST); actualmente, está envolvida nos projectos Daidalos, OPUCE e é líder do C-CAST. É responsável pela secção Plataformas e Redes Multiserviço.

Susana Sargento (Doutoramento em Engenharia Electrotécnica em 2003) foi docente no Departamento de Ciências de Computadores da Universidade do Porto de 2002 a 2004, e encontra-se desde 2004 na Universidade de Aveiro e Instituto de Telecomunicações. Durante os últimos anos tem estado envolvida em vários projectos nacionais e europeus, tendo responsabilidades de coordenação de várias actividades nos projectos, como as actividades de Qualidade de Serviço e Integração de Redes *Ad-hoc* no projecto FP6 IST-Daidalos. Os seus interesses de investigação centram-se nas áreas de redes heterogéneas e de próxima geração, infra-estruturadas, em malha e *ad-hoc*, onde tem publicados mais de 100 artigos científicos.

#### Referências

- [1] IEEE 802.21, *Draft Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Media Independent Handover Services*, IEEE P802.21/D10.0, April 2008.
- [2] R. Koodli, Ed., *Fast Handover for Mobile IPv6*, IETF RFC 4068, Julho 2005.
- [3] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, E. Schooler, *SIP: Session Initiation Protocol*, IETF RFC 3261, Junho 2002.
- [4] S. Gundavelli, K. Leung, V. Devarapalli, K. Chowdhury, B. Patil, *Proxy Mobile IPv6*, IETF draft-ietf-netlmm-proxymip6, Junho 2007.
- [5] P. Neves, M. Melo, S. Sargento, K. Pentikousis, *Seamless Mobility in Heterogeneous Environments – Enhanced Media Independent Handover Approach*, IEEE 69th Vehicular Technology Conference VTC2009 Spring, Barcelona, Espanha, Abril 2008

# 04

## DVB-H, DVB-SH e DVB-IPDC: Tecnologias DVB para o *Mobile TV*

palavras-chave:  
DVB-H, DVB-SH, DVB-IPDC, *Mobile TV*



Roger Salgado    Bernardo Cardoso

As tecnologias DVB-H e complementares, como abordagem para a implementação de *Mobile TV* proveniente do Consórcio DVB, vão estando cada vez mais na ordem do dia. O facto de a Comissão Europeia estar a incluí-las como padrão a adotar na União, é disto um indicador significativo.

Este artigo pretende fazer um pequeno enquadramento destas tecnologias, realçando as suas vantagens, sem perder de vista as alternativas actuais, baseadas em métodos de difusão *unicast*.

## 1. Introdução

É incontestável que, ao longo dos últimos anos, o número de serviços tradicionalmente oferecidos pelos operadores móveis sofreu um aumento significativo, estando hoje disponíveis aplicações multimédia, jogos, partilha de conteúdos, compras, anúncios publicitários sincronizados com o conteúdo, venda/aluguer de conteúdos multimédia – música/vídeos, etc.

É hoje habitual encontrar terminais móveis dotados de um vasto número de tecnologias como cartões de memória, *Bluetooth*, câmaras fotográficas, entre outros. Questões como portabilidade, personalização, estar *online* e aceder aos conteúdos a pedido são, hoje em dia, factores cruciais e determinantes na escolha dos consumidores.

A televisão, quer seja no seu formato mais puro e linear, quer em novos formatos em que é o espectador que determina o que quer ver em cada momento, não podia ficar afastada deste nova montra móvel. Deste modo, os operadores fizeram

um esforço no lançamento de serviços de televisão móvel digital (*Mobile TV*) que vêm, de uma forma natural, satisfazer uma procura que se prevê exponencial, visto que se estima um mercado potencial de mais de 335 milhões de utilizadores em todo o mundo em 2011 [1].

## 2. Televisão móvel

A televisão móvel consiste na difusão de programas televisivos digitais e serviços associados para um conjunto alargado de terminais sem fios, incluindo telemóveis e PDA, capazes de receber e exibir sinal de televisão. Estes dispositivos caracterizam-se por possuírem dimensões de ecrã pequenas, capacidade de processamento reduzida e autonomia energética muito limitada.

De uma forma geral, existem duas abordagens diferentes para a entrega dos conteúdos de *Mobile TV*, o modo *broadcast* e o modo *unicast*. Esta dicotomia resulta de existirem dois tipos de operadores a precinzarem soluções de *Mobile TV*, os tradicionais operadores de televisão (*broadcasters*) e os operadores de

redes móveis. Cada uma destas abordagens surge da evolução da tecnologia já detida pelo operador envolvido e apresenta um conjunto de vantagens e desvantagens que devem ser tidas em linha de conta.

Os serviços actuais de *Mobile TV*, disponibilizados nas redes móveis de terceira geração (3G), recorrem ao modo *unicast*, onde apenas os utilizadores que requisitem o conteúdo recebem o sinal. O modo *broadcast*, por sua vez, é primordialmente utilizado para difusão de televisão móvel nas redes de satélite e terrestre, onde são empregues tecnologias distintas tais como DVB-H, T-DMB (Coreia), 1-SEG ISDB-T (Japão)/SBTVD (Brasil), MediaFLO (EUA), entre outras.

Como tecnologia de *broadcast*, o DVB-H (*Digital Video Broadcast – Handheld*) fornece serviço a um número limitado de utilizadores e é indicado para a difusão de um serviço televisivo universal, visto não apresentar qualquer limitação em termos do número de utilizadores que podem ser servidos simultaneamente.

Tecnologia					
	DVB-H	FLO	T-DMB	MBMS	S-DMB
Classificação	<i>Broadcast</i>	<i>Broadcast</i>	<i>Broadcast</i>	<i>Broadcast</i>	<i>Broadcast</i>
Interface rádio	DVB-T, COFDM	CDMA	TDAB, COFDM	UTRA WCDMA	CDMA Proprietário
Organismo de normalização/Empresa	DVB-T	Qualcomm	ETSI, DAB Forum	3GPP	ETSI
Capacidade efectiva	9 Mbps/ canal de 8 MHz		1Mbps / canal 1,54 MHz	384 Kbps / canal 5 MHz	6 Mbps / canal 25 MHz
Tec. de redução de consumo	<i>Time-Slicing</i>	<i>Code selection</i>	<i>Time demultiplexing, selective FFT</i>	Code selection	Code selection
Bandas de Frequência	UHF, banda L (EUA)	700 MHz (EUA), UHF, banda L	VHF, UHF	IMTS 2000	Banda S (Coreia), IMTS 2000 (Europa)
Tempo médio de comutação de canal	~5 segundos	~1,5 segundos	~1,5 segundos	~1,5 segundos	~5 segundos
Autonomia média	~4 horas	~4 horas	~2 horas	~4 horas	~1,5 horas

Figura 1 – Comparação entre os vários serviços de *Mobile TV*

As tecnologias de transmissão *unicast*, por sua vez, estão desenhadas para a entrega de conteúdos ponto-a-ponto, a pedido dos utilizadores, e baseiam-se na criação de uma ligação virtual dedicada, possuindo limitações óbvias de escalabilidade (número máximo de conexões *unicast* numa célula). O MBMS (*Multimedia Broadcast/Multicast Service*) aparece, neste contexto, para dar suporte à difusão nas redes 3G e permite empregar também nestas o modo *broadcast/multicast*, no qual todos os utilizadores, ou um grupo de utilizadores, podem receber o mesmo sinal, aumentando significativamente a escalabilidade do serviço.

Existe hoje uma miríade de testes e de plataformas comerciais à volta de *Mobile TV* que recorrem a ambos os modos de difusão, mas tendo em conta o enquadramento legal na Europa, nomeadamente a adopção do *standard* DVB-H pela Comissão Europeia para a difusão de televisão móvel, este artigo irá focar-se sobretudo na arquitectura DVB-H e normas paralelas como o DVB-SH e o DVB-IPDC.

### 3. Tecnologia DVB-H

A norma DVB-H, para transmissão de *Mobile TV* no modo *broadcast*, foi desenhada para reutilizar a mesma gama de frequências (VHF/UHF) e infra-estruturas que o DVB-T (*Digital Video Broadcasting - Terrestrial*), o que permitiria a transmissão

simultânea de sinais de TDT e de *Mobile TV*. Esta reutilização do espectro poderá ser crucial, pois até 2012, ano previsto para a cessação das emissões de televisão analógica (*Analog Switch-Off*), existe grande limitação na utilização deste tipo de frequências.

O DVB-H nasce assim como uma extensão da especificação DVB-T e encontra-se largamente disseminado na Europa, na Ásia e noutros países do mundo. A norma preconiza algumas modificações à especificação original do DVB-T, sobretudo para ser adaptada à realidade dos terminais móveis e às suas limitações tecnológicas. Este tipo de dispositivos, operados por energia fornecida por baterias (que é necessário preservar), possui tipicamente antenas internas de baixo ganho e pouca capacidade de processamento, pelo que se deve reduzir, tanto quanto possível, a complexidade do sistema.

Sendo o DVB-H uma tecnologia de *broadcast* terrestre, pode recorrer a transmissores de alta potência (com um raio de actuação de 30 km ou mais), apresentando a vantagem potencial de servir terminais móveis, mesmo quando estes se encontram no interior de edifícios e/ou usam antenas internas de dimensão reduzida. Como o DVB-H usa a mesma camada física do DVB-T, e mantém a compatibilidade com o MPEG-2 *Transport Stream*, pode partilhar

com este os mesmos transmissores e moduladores OFDM.

A compatibilidade, ao nível físico, perde-se no entanto se se pretender tirar partido das novidades introduzidas pelo DVB-H, nomeadamente, a adição do modo de transmissão com FFT de 4K (para além das especificadas no DVB-T de 2K e 8K), que pretende minorar problemas relativos aos desvios na frequência, normalmente associados à recepção em movimento a velocidades relativamente elevadas (efeito de *Doppler*) ou o novo modo de utilização do *interleaver*, que permite uma maior tolerância ao ruído impulsivo.

No entanto, as características mais interessantes da tecnologia DVB-H são perfeitamente compatíveis com o DVB-T. Por exemplo, a técnica desenhada para permitir reduzir o consumo de energia nos terminais, conhecida como *Time-Slicing*, possibilita que o terminal desligue a alimentação da componente rádio do receptor até 95% do tempo [2], sem qualquer perturbação do vídeo exibido. Tendo ainda a vantagem acrescida, de permitir uma mudança de célula por parte do receptor, perfeitamente transparente, já que o período em que não são transmitidos dados do serviço a que se está ligado (*off time*) pode ser usado para monitorar o nível de potência das células adjacentes e permitir uma mudança automática e sem

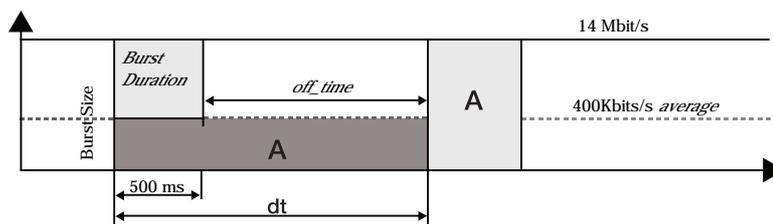


Figura 2 - Exemplo de *Time-Slicing*

nenhuma alteração detectável pelo utilizador.

A técnica do *Time-Slicing* recorre a um método relativamente simples, em vez de elaborados esquemas de agendamento ou de divisão de tempo. Na prática, no cabeçalho de cada rajada (*burst*) vai sinalizado o momento de transmissão da próxima rajada, permitindo desta forma ao emissor variar, quer o tamanho das rajadas, quer o tempo de *off\_time*, de uma forma completamente dinâmica.

A utilização desta técnica traduz-se, todavia, num ligeiro aumento do tempo de sintonização dos canais (ou do tempo de comutação de um canal para outro), pois, para tirar integral partido deste método de transmissão, pode ser necessário estar alguns segundos sem transmitir um dado serviço.

Contrariamente ao que sucede com as difusões TDT, no caso do DVB-H, deve ser tido em linha de conta o nível de sinal considerado aceitável, particularmente em ambientes *indoor*, aquando do dimensionamento do número de antenas transmissoras e repetidores, isto porque a potência de transmissão tem de ser maior que no caso da TDT. Tal deve-se ao facto de os terminais DVB-H possuírem, normalmente, antenas de menor ganho, não fixas e colocadas ao nível do solo, ao contrário do que acontece em DVB-T.

Para obter uma melhoria significativa do nível de sinal adicionaram-se mecanismos robustos de cor-

recção automática de erros de transmissão, permitindo assim superar a imprevisibilidade das condições de recepção em ambientes móveis, sendo que estes mecanismos vão para além das técnicas de FEC (*Forward Error Correction*) já existentes ao nível da modulação física (DVB-T). Como o DVB-H recorre a tecnologias IP que são transportadas em MPE (*Multi Protocol Encapsulation*) sobre MPEG-2 TS, a redundância é adicionada em paralelo com os pacotes IP ao nível do MPE, daí denominar-se MPE-FEC.

Ensaios laboratoriais e teste de campo permitiram validar a utilização do MPE-FEC como forma eficaz de melhorar a recepção de DVB-H, mesmo em situações de recepção a elevada velocidade, permitindo ganhos de até 9dB em relação à utilização da correcção de erros, providenciada apenas pelo DVB-T [2], isto sem onerar a normal transmissão de TDT nos casos em que a difusão seja conjunta.

#### 4. Arquitectura DVB-H

Conforme anteriormente referido, o DVB-H socorre-se das tecnologias e infra-estruturas desenhadas para o DVB-T, partilhando muito dos componentes, mas, ao contrário deste, não usa directamente o sistema de transporte MPEG-2 TS, usa em seu lugar um sistema de difusão em pacotes IP, que são encapsulados em secções MPE, e estas finalmente é que são transportadas sobre MPEG-2 TS.

O vídeo é normalmente codificado em MPEG-4 Parte 10/AVC/H.264, o que permite a difusão de resolu-

ções CIF a débitos baixos (384Kbps ou menos). Quer a resolução, quer o *frame rate* podem ser ajustados com vista a atingir os débitos de transmissão desejados pelo operador, sendo também permitida a utilização de outros *codecs*, que não o MPEG-4/AVC, por exemplo o VC-1 (versão normalizada do *Windows Media Video*).

Em termos da componente específica DVB-H, é normal a utilização dum *encoder* por fluxo de serviço. Este equipamento faz a digitalização dos sinais de vídeo e áudio e coloca-os numa rede sob a forma de pacotes IP, os quais são posteriormente multiplexados por um *switch* IP e encaminhados para um encapsulador IP cuja função é combinar em *slots* temporais (*Time-Slices*) os vários fluxos, bem como informação de sinalização e serviços adicionais, (por exemplo o ESG - *Electronic Service Guide*) num fluxo de pacotes IP. É também o encapsulador IP que introduz a correcção automática de erros multi-protocolar (MPE-FEC), permitindo uma maior imunidade a perturbações na recepção. A saída do encapsulador IP é então conectada a um modulador COFDM que modula o sinal DVB-H numa portadora.

Conforme se pode ver na Figura 3, é possível misturar na mesma portadora serviços DVB-H e DVB-T, desde que se usem apenas os modos de transmissão compatíveis, isto é, não se pode usar o modo 4K, nem o *interleave* melhorado.

A par com as melhorias já referidas ao nível da transmissão, o DVB-H foi desenhado para ter em conta as dimensões dos terminais móveis e os seus requisitos em termos de capacidade de processamento e autonomia. Para cada tipo de utilização previsível foram definidas classes de dispositivos e respectivos limites em termos de dimensão de imagem, *frame rate* e *bitrate*, o que descarta a necessidade do terminal ter de adap-

tar o formato do conteúdo recebido para a sua resolução nativa, aumentando bastante a eficiência, quer em termos de *performance*, quer em termos de consumo de bateria. Pelos mesmos motivos, a própria complexidade das normas de codificação de vídeo e áudio foi também deliberadamente reduzida.

### 5. DVB-IPDC

Para além das extensões à norma DVB-T acima expostas, o DVB-H introduz a noção de um sistema de difusão de televisão suportado em tecnologias IP, o que representa uma inovação significativa em termos das normas de televisão digital tradicional. Daqui resulta a necessidade de especificar um novo sistema de criação de serviços de TV baseado em IP. É neste contexto que aparece o DVB IP *datacasting*, ou DVB-IPDC, que consiste num conjunto de especificações, desenvolvidas pelo Projecto DVB, e que definem os componentes necessários para a criação de um sistema comercial completo assente numa interface IP e que permite aos utilizadores acederem aos programas difundidos e utilizarem serviços de comunicações móveis de forma integrada num único terminal. Esta norma foi especificada tomando por base a camada física do DVB-H e das redes 3G. Combina portanto características das redes de difusão típicas do DVB-H, com os canais de retorno bi-direccionais oferecidos pelas redes 3G. Embora tenha sido projectado a pensar no DVB-H, o DVB-IPDC não se limita, no entanto, a essa utilização e pode ser empregue em todos os outros sistemas DVB de difusão de *Mobile TV*, tal como é o caso do DVB-SH.

No IPDC são preconizadas duas formas de envio de informação: *streaming* em tempo real, onde se incluem os fluxos de vídeo e/ou áudio, entre outros, e através de ficheiros. Para o caso da entrega sincronizada de conteúdos em tempo real, emprega o protocolo RTP, sendo a

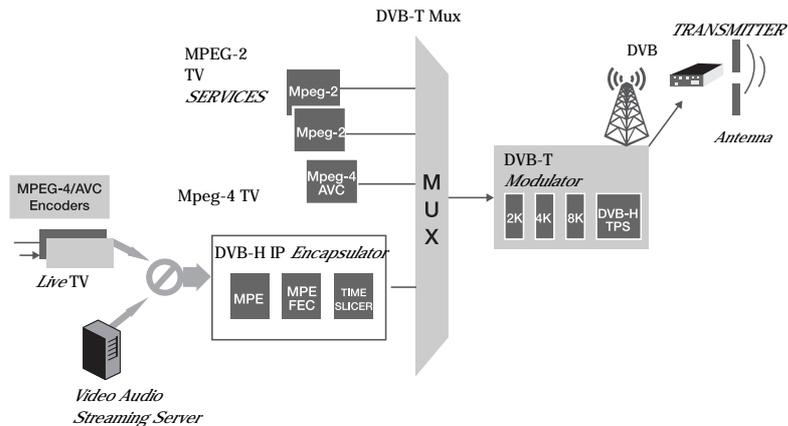


Figura 3 – Arquitectura de um sistema de difusão DVB-H.

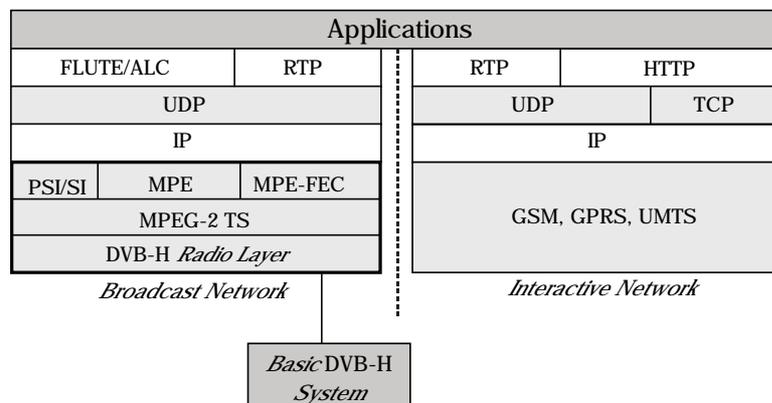


Figura 4 – Pilha Protocolar DVB-IPDC

transferência de ficheiros levada a cabo recorrendo a um carrossel de dados e ao protocolo FLUTE/ALC.

O tipo de informação transportada pode ser separada em duas categorias: informação que se refere aos conteúdos multimédia, e para a qual não existe qualquer restrição sobre o tipo de conteúdos que podem ser transportados (vídeo, áudio, HTML, XML, etc.), e informação de sinalização PSI e ESG. Poderá ainda ser transportada informação de gestão de direitos e acesso condicional.

Os métodos de codificação de conteúdos que podem ser utilizados no transporte via *streaming* são espe-

cificados pela ETSI TS 102005. Esta norma impõe que no caso do vídeo sejam utilizados dois *codecs*, o MPEG-4 H.264/AVC e o VC-1 (*Windows Media Video*), sendo o H.264 o *codec* recomendado. No caso do áudio, a mesma norma propõe o MPEG-4 HE AACv2 como o *codec* a seguir e o AMR-WB+ como alternativa.

A camada IP *datacasting* permite que a informação, encapsulada em pacotes IP possa ser difundida através da camada física DVB-T/H, recorrendo à pilha protocolar UDP/IP ao nível da camada de rede (nível 3 e seguintes do modelo OSI) e MPE ao

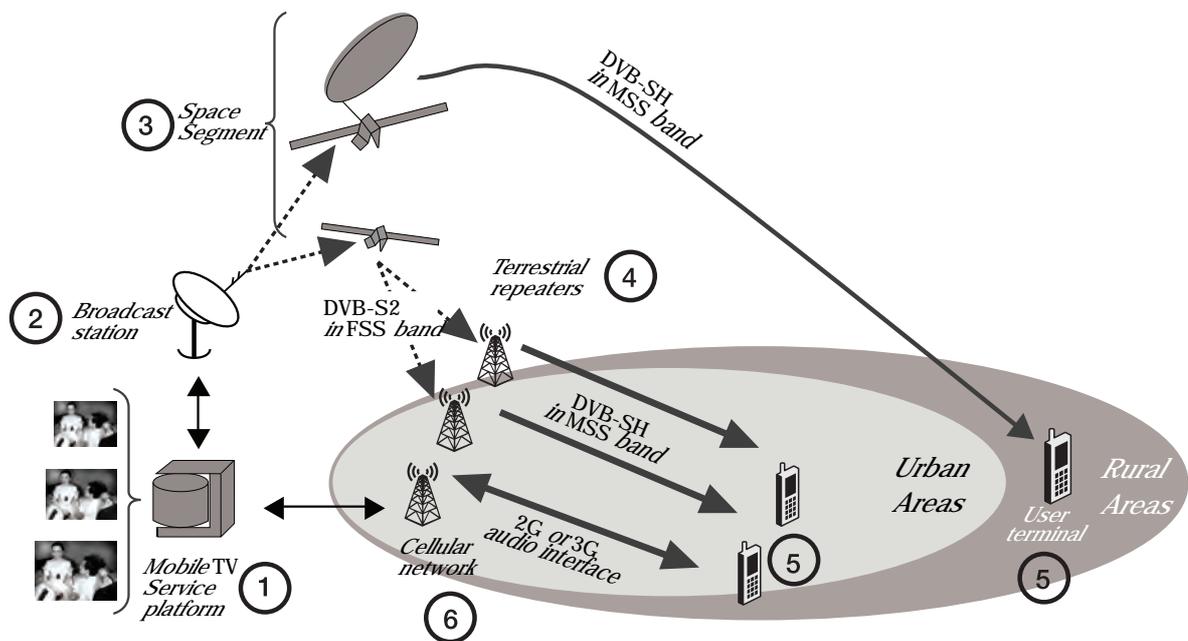


Figura 5 – Arquitectura DVB-SH.

nível da camada de ligação de dados (nível 2 do modelo OSI).

Uma vez que cada *elementary stream* pode transportar mais do que um fluxo IP, a distinção de cada fluxo IP é feita tendo por base o destino dos datagramas IP (endereço e porto). Para além disso, o IPDC adiciona a noção de rede IP a uma plataforma DVB e determina que os endereços de destino devam ser únicos dentro de uma mesma rede.

A solução apresentada pelo IPDC para a implementação do ESG, isto é, do serviço que define o alinhamento de canais e respectiva programação, baseia-se num modelo XML, que pode estar sujeito a compressão opcional (GZIP, BiM). Estes dados são encapsulados em fragmentos que depois são entregues via protocolo FLUTE.

## 6. DVB-SH

Para contornar os problemas inerentes à construção de uma infra-estrutura de *Mobile TV* com elevada cobertura, tanto em ambientes

*indoor* como *outdoor*, bem como para garantir um modelo de negócio baseado num valor de subscrição mensal atractivo e num serviço de boa qualidade, foi especificada uma solução de difusão de televisão móvel digital híbrida (satélite – terrestre) denominada DVB-SH (Figura 5).

A especificação DVB-SH tira proveito da rede de satélites geostacionários para a difusão de sinal de *Mobile TV* com taxas de cobertura bastante alargadas. Isto permite a redução dos custos das infra-estruturas que seriam necessárias edificar para um mesmo grau de cobertura e também reduzir o tempo necessário para iniciar a comercialização do serviço. Por outro lado, em zonas urbanas, o DVB-SH permite combinar a solução de satélite com a retransmissão do sinal por repetidores terrestres de baixa potência, que podem coabitar com as estações de difusão de TV terrestre actuais. Como resultado, o sistema possibilita manter um elevado nível de qualidade de serviço em ambi-

entes *indoor*, visto que o sinal de satélite original sofrerá uma forte atenuação devido aos obstáculos que terá de transpor, sendo neste caso compensado pelo sinal retransmitido.

Portanto, o sistema assenta numa solução combinada onde os sinais são difundidos para os terminais móveis por dois caminhos distintos: directo, via satélite; e indirecto, através das estações terrestres de retransmissão. A solução opera na gama de frequências 2170-2200 MHz (banda-S), que se encontra alocada desde 1992 para ser utilizada em serviços móveis via satélite.

Existem dois modos de transmissão possíveis:

> Recorrendo à modulação OFDM para ambos os caminhos, de forma similar ao que acontece com o DVB-H (com alguns melhoramentos). Em ambientes de SFN, os sinais directo e indirecto são então combinados no receptor para se obter uma melhor relação

sinal ruído;

- > Utilizando uma combinação de TDM no caminho directo e OFDM no indirecto. Esta combinação possibilita uma maior robustez a problemas de transmissão, sobretudo nas áreas suburbanas e tem especial interesse em sistemas de satélite com potência do sinal limitada, mas requer mais espectro, sendo portanto, menos atractiva.

Tal como no DVB-H (versão terrestre), inúmeros testes foram e estão a ser levados a cabo, atestando o bom desempenho deste sistema híbrido.

## 7. Conclusões

O DVB-H, e normas complementares, apresentam-se como uma solução viável para a construção de um serviço de *Mobile TV* completo e atractivo, podendo ser associadas à criação de uma infra-estrutura de TDT, para daí retirar sinergias importantes ou ser implementada de *per se* permitir uma melhor optimização para um cenário exclusivamente móvel. Neste caso, o DVB-H pode ser associado a uma difusão híbrida DVB-SH para permitir uma potencial redução de custos, com um acréscimo significativo da área de cobertura.

As principais desvantagens são as limitações em termos de espectro disponível, que se vão manter, pelo menos até 2012, e alguma falta de disponibilidade de equipamentos terminais. Ambas as limitações têm uma influência expressiva na actual manutenção dos sistemas de *Mobile TV* no modo *unicast*.

Em termos dos serviços de *Mobile TV*, actualmente, os operadores de telecomunicações tradicionais, e em especial o Grupo PT, encontram-se perante uma encruzilhada. Se por um lado já possuem licenças para difusão de *Mobile TV* nas bandas de espectro 3G, tanto em modo *unicast*, como recorrendo a MBMS; por outro, podem ainda necessitar

de se posicionar como operadores DVB-H, seja por imposição legal, seja para se precaverem contra a entrada no mercado de operadores de televisão móvel dissociados das suas próprias redes e operações.

### Referências

- [1] An EU Strategy for Mobile TV – Frequently Asked Questions, <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/07/298>
- [2] G. Faria, J. A. Henriksson, E. Stare, and P. Talmola, *DVB-H: Digital Broadcast Services to Handheld Devices*, Proc. IEEE, vol. 94, no. 1, pp. 194-209, Jan. 2006.
- [3] Borko Furht e Syed Ahson, *Handbook of Mobile Broadcasting*, 2008
- [4] Amitabh Kumar, *Focal Press Media Technology Professional, Mobile TV*, 2007
- [5] Estratégia da Comissão Europeia para Mobile TV na Europa, <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/1815>

Roger Salgado, licenciado em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Iniciou o seu percurso profissional no Instituto de Telecomunicações, Pólo de Aveiro, como investigador de redes de telecomunicações, nomeadamente na gestão da qualidade de serviço em redes IP. Fez parte da equipa de Experimentação e Selecção de Tecnologias – Tecnologias Multimédia (EST4) e da equipa de desenvolvimento do departamento de Experimentação Tecnológica e Difusão de Conhecimento - Tecnologias Multimédia (ETC4) da PT Inovação. Actualmente integra o grupo de Investigação Aplicada e Difusão do Conhecimento - Televisão digital e serviços IPTV, onde participa no desenvolvimento de soluções de TV interactiva, *Video-on-Demand* e *Mobile TV*.

Bernardo Cardoso é licenciado em Auditoria Contabilística e Mestre em Gestão da Informação pela Universidade de Aveiro. Na sua actividade na PT Inovação tem estado envolvido em vários projectos relacionados com televisão e vídeo digital, com particular enfoque em sistemas baseados em MPEG e DVB, nomeadamente sistemas de transmissão de televisão digital e interactividade. Esteve fortemente envolvido no projecto de Televisão Digital Interactiva da TV Cabo, ao nível do desenvolvimento de aplicações, conteúdos, testes e análise de desempenho. Mais recentemente, e como responsável pela Divisão de Televisão Digital e Serviços IPTV, tem estado ligado às tecnologias associadas ao IPTV e contribuído ao nível da customização e do desenvolvimento de aplicações no serviço MEO.

## Recolha de Desempenho de Equipamentos de Rede no Âmbito do *ClusterNetB@nd*

palavras-chave:  
XML, SOA, AJAX, *Network Activator*



Nuno Farinha

Pedro Franco  
(Withus)

Pretende-se com este artigo abordar a importância da monitoria de desempenho em redes de telecomunicações. Foca-se em particular o contexto do *clusterNetB@nd*, apresentando a implementação adoptada. Demonstra-se que o mecanismo de recolha

usando HTTP+XML apresenta o melhor compromisso entre escalabilidade, flexibilidade e ocupação de recursos em cada elemento de rede.

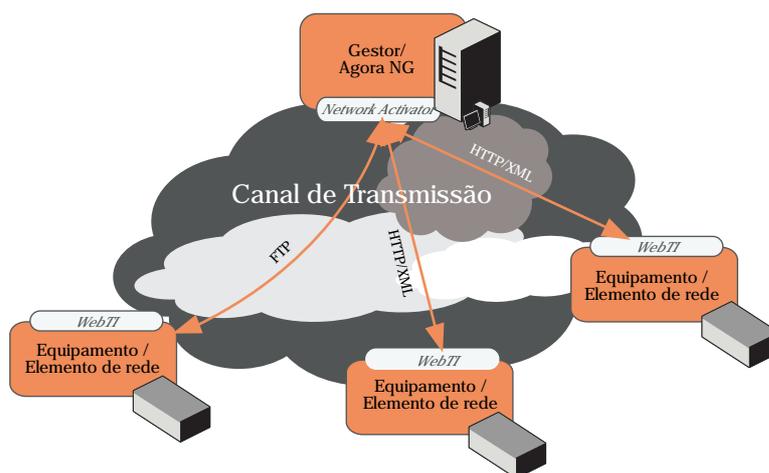


Figura 1 – Representação dos componentes da arquitectura

## 1. Introdução

A monitoria do desempenho de uma rede de telecomunicações tem um papel essencial na sua gestão. A informação obtida e analisada permite, não só, o melhor aproveitamento dos recursos, como também a antecipação e resolução de eventuais problemas. Em suma, o planeamento e manutenção da rede.

A constante evolução de normas e protocolos de comunicação conduz à coexistência, na mesma rede, de uma grande variedade de tecnologias (PDH, SDH, ATM, etc.). Como resultado, o sistema de monitoria deve ser capaz de englobar e processar uniformemente essa variedade.

Como resposta a estes requisitos têm sido criadas normas internacionais para recolha de dados de monitoria (RMON1 [1] [2], RMON2 [1], por exemplo), com o fim de definir as métricas mais importantes para fazer a medição do desempenho e capacidades de uma rede.

Estes dados podem ser gerados em elementos de rede, *probes*, especialmente vocacionados para essa

tarefa. Neste caso, deve ser feito um planeamento prévio da rede para determinar os pontos mais indicados para análise do tráfego, uma vez que nesta topologia apenas algumas zonas da rede são monitorizadas. Em alternativa, podem-se dotar todos os elementos de rede com a capacidade de analisar tráfego. Esta solução permite a abrangência total da rede e maior selectividade *a posteriori* por parte do operador. No entanto, requer maior ocupação de recursos da rede (volume de dados, processamento dos elementos de rede, etc.).

## 2. Case study

No contexto do *cluster* NetB@nd optou-se pela segunda topologia, respondendo de forma eficiente às questões de volume de dados gerados e o processo de os recolher.

O processo exige que cada elemento de rede (equipamento) seja capaz de disponibilizar uma interface de recolha dos dados gerados. A melhor forma de responder a este desafio passa por adoptar o conceito SOA [3] na rede. Na base desta

arquitectura estão dois actores: o servidor e o cliente. Sendo o serviço a disponibilização de dados de monitoria, o servidor é o equipamento capaz de gerar e disponibilizar os dados e o cliente o módulo de recolha e análise.

Foram identificadas na solução três secções distintas (Figura 1), cada qual com as suas particularidades e desafios:

- > O equipamento: concebido para o fornecimento de serviços de rede. O processo de geração de dados de monitoria deve ocupar uma fracção residual dos recursos de processamento e memória disponíveis;
- > O gestor: entidade centralizada, com capacidade de processamento e memória muito superior aos equipamentos de rede, controla o mecanismo de recolha e análise dos dados;
- > O canal de comunicação: deve ser agnóstico relativamente aos dados que transmite e flexível face

às evoluções no formato e protocolo de transferência.

A clara distinção destas secções permite evolução e optimização de cada bloco, sem interferir drasticamente nos restantes.

### 2.1. Equipamento

Do ponto de vista do equipamento existem dois grandes desafios: a forma de armazenamento dos dados e a forma de recolha. A primeira deve seguir dois vectores: a codificação dos dados e o suporte destes em meio físico. A forma de recolha está intimamente ligada à interface protocolar disponibilizada pelo equipamento.

A adopção de normas internacionais permite a codificação mais homogénea (diferentes tecnologias podem ser codificadas na mesma norma), eficiente (próxima do formato pretendido no utilizador final) e atemporal (probabilidade reduzida de ser alterada ao longo do tempo).

Quanto ao suporte físico, este está mais dependente dos recursos disponibilizados pelo equipamento de rede. Em particular, foi necessário avaliar, em cada caso, o uso do sistema de ficheiros ou memória volátil. Apesar de ser um armazenamento simples com persistência de dados, o sistema de ficheiros tem acessos de escrita e leitura mais lentos. Pelo contrário, a memória volátil, apesar de não persistente, apresenta acessos rápidos, não sequenciais e mais granulares (filtragem a registos isolados). Adicionalmente, a existência de uma camada mediadora permite armazenar os dados em formato binário (menor redundância). Cabe à camada mediadora transformar estes dados num formato mais flexível e uniforme. Os dados podem ser recolhidos por protocolo FTP (associado à transferência exclusiva de ficheiros) ou protocolo HTTP (usado genericamente para transferência de dados, não necessariamente ficheiros). O uso do protocolo HTTP não aumentou a o-

cupação de recursos do equipamento, uma vez que passou a ser um serviço base para suporte da aplicação de gestão local WebTL.

### 2.2. Gestor

Do ponto de vista do gestor, existem dois clientes típicos com requisitos próprios no contexto dos dados de monitoria. O gestor central, mediado pelo *NetworkActivator*(NA) [4], acede de forma sequencial não repetitiva e exclusiva ao equipamento (os mesmos dados não devem ser recolhidos mais do que uma vez).

O gestor local, integrado na aplicação WebTL, pode aceder de forma não sequencial e concorrente a todos os dados armazenados no equipamento (vários utilizadores podem ligar-se simultaneamente ao mesmo equipamento).

A gestão central pode integrar um módulo responsável pela execução do processo de recolha de dados de monitoria. Este módulo é implementado com a tecnologia J2EE, sendo independente da plataforma onde corre a gestão central e permitindo a escalabilidade necessária para este processo. Todos os elementos de rede geridos são inventariados, sendo possível a programação do período de recolha para cada família de equipamentos, bastando para isso alterar a configuração de alguns parâmetros, sem qualquer necessidade de interromper o processo.

O NA é uma plataforma de activação de serviços ou recursos, especificada e implementada pela PT Inovação. Para a activação de serviços é disponibilizada uma interface genérica onde, através do envio de RFS (*Resource Facing Services*), mensagens em formato XML que definem o pedido do cliente, se especificam os recursos que se pretendem usar e a forma de os usar ou configurar.

É possível, através da aplicação de transformações XSLT [5] configurar a forma como determinado recurso é usado dentro do NA, escolhendo,

por exemplo, o protocolo de transferência de dados a usar para um determinado tipo de elementos de rede. Da mesma forma, é possível configurar o formato da resposta a um determinado serviço, tornando este processo bastante flexível.

A arquitectura do NA permite que todas estas alterações sejam feitas em tempo real, não requerendo qualquer paragem no processo. Deste modo, apenas alterando a transformação XSLT de entrada ou saída do NA, é possível fazer alterações mais ou menos complexas, tanto no acesso ao equipamento (alterar o protocolo de transferência dos dados, por exemplo), como na formatação das respostas, respectivamente.

No contexto da gestão local existe uma aplicação *web* de gestão em cada elemento de rede. Um dos princípios da aplicação é a proximidade ao equipamento. Como tal, no domínio da monitoria de tráfego, o utilizador desta aplicação pretende observar todos os dados existentes no próprio.

Criada com a prioridade de fornecer ao cliente uma ferramenta de gestão local de um elemento de rede, a concepção desta aplicação *web* teve em consideração aspectos como:

- > facilidade de utilização: menus simples e arquitectura tabular;
- > responsividade comparável a uma aplicação de *desktop* comum.

No desenvolvimento da aplicação, o AJAX [6] foi um conceito essencial para o sucesso da mesma. Naturalmente, a inclusão do módulo de leitura de dados de monitoria iria usar a mesma tecnologia. No entanto, apresenta um novo desafio: o volume de dados transmitidos ultrapassa facilmente qualquer outro dos módulos já existentes na aplicação. Este módulo tem um papel importante na recolha por HTTP, sendo o responsável por transformar os dados binários

(armazenados no elemento de rede) em dados XML e garantir a persistência de sessões necessária ao NA.

### 2.3. Canal de transmissão

O canal de transmissão é a pedra angular do processo: a codificação dos dados e o protocolo onde assenta determinam fortemente as funcionalidades por si disponibilizadas. A adopção do protocolo HTTP e a codificação de dados em XML acrescentaram flexibilidade e funcionalidades que o protocolo FTP não proporcionava. No servidor HTTP optou-se por usar processos de interpretação de comandos/pedidos simples (uso de *strings* de formato proprietário e/ou XML em *parsers* SAX [7]). No envio de dados deu-se primazia ao formato XML por duas razões: mais redundante que o formato binário, mas mais estruturado (útil em situações de *debug*), e muito flexível a evoluções sem perda de compatibilidade com versões mais antigas. A tecnologia XML permite o uso do *parser* DOM [5] com a tecnologia XPath [5] (nos clientes), muito eficaz em procuras e filtragens dos dados. Para atenuar o efeito redundante do XML, foram considerados alguns pontos na definição do *schema* de dados de monitoria. A dimensão das *tags* foi reduzida ao mínimo essencial para reduzir o volume de informação transmitido. Optou-se, sempre que possível, pelo uso de atributos em detrimento dos elementos: redução do *overhead* e maior eficiência no *parser* (o processamento do valor de um atributo é mais eficiente do que o valor de um elemento, principalmente em *parsers* SAX). Para garantir a escalabilidade do processo introduziu-se um mecanismo de paginação dos dados. Com este mecanismo é possível o cliente seleccionar quais os dados que deseja consultar.

Na aplicação WebTI, o conceito de página é transportado para a esfera do utilizador na medida em que numa página *web*, ele vê uma tabela com uma fracção dos dados e é-lhe possível navegar para os dados mais an-

tigos ou mais recentes; portanto o acesso às páginas pode ser não sequencial (o utilizador pode aceder à página 10, por exemplo, saltando todas as anteriores).

No NA, o conceito de paginação é diferente. Existe apenas para reduzir o volume de dados, pois o acesso é garantidamente sequencial. Em cada pedido, o NA deseja apenas recolher os registos mais recentes após os últimos recolhidos. Uma vez recolhidos com sucesso, não volta a pedir-lhos ao equipamento.

### 3. Importância destes sistemas para o negócio da PT

Um sistema de monitoria permite a detecção precoce de anomalias na rede, logo maior eficiência na resolução de problemas. Adicionalmente, a

partir da análise dos dados recolhidos, é possível avaliar o uso da rede tanto no domínio espacial, como temporal, permitindo o planeamento da sua evolução e crescimento. Deste modo, a recolha da monitoria de desempenho permite disponibilizar ferramentas de análise úteis ao operador.

Porque as redes têm apresentado crescimento acelerado, estes sistemas devem ser de fácil escalabilidade, rápida transferência de dados e baixa ocupação dos recursos dos equipamentos de rede.

Mostra-se nas figuras 2 e 3 a dimensão dos dados transferidos, processados e analisados numa rede real, no contexto de um operador de rede móvel.

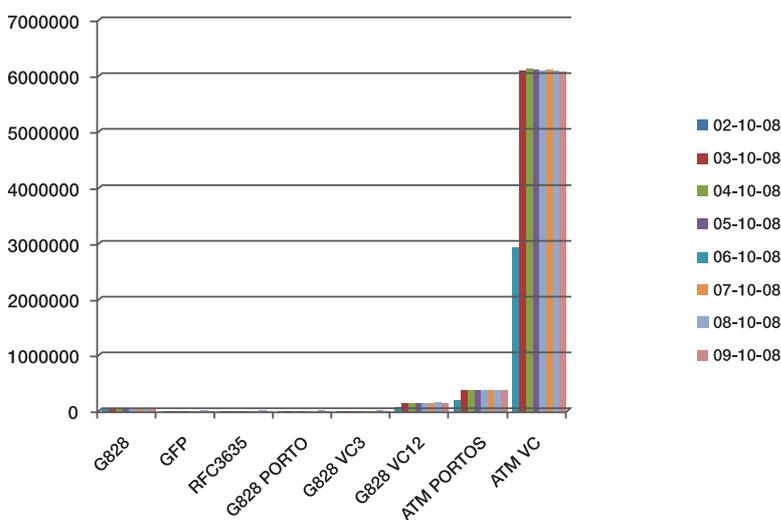


Figura 2 – Análise semanal do número de amostras processadas

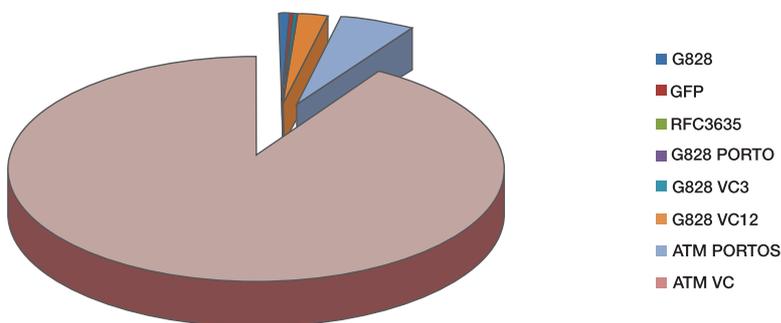


Figura 3 – Distribuição do número de amostras diárias por norma

#### 4. Conclusão

Conclui-se, neste artigo, que na solução com o armazenamento de dados feito em memória volátil, a recolha sobre o protocolo HTTP com os dados codificados em XML, e agregados com o mecanismo de paginação, apresenta vantagens face à solução com recolha FTP.

O uso da memória volátil acelera o processo de geração e armazenamento de dados no equipamento.

A utilização da tecnologia HTTP+XML permite usufruir das potencialidades de processamento no servidor. A existência de uma camada intermédia possibilita o processamento e transformação em XML. O XML traz uma maior elasticidade ao protocolo, facilitando a sua evolução e uniformização.

O mecanismo de paginação surge como resposta à necessidade de transferir grandes volumes de dados (observe-se o caso dos dados ATM (figura 2 e 3), onde o volume de dados é muito superior às restantes normas suportadas), acompanhando a complexidade dos equipamentos de rede. A recolha por HTTP+XML apresenta o melhor compromisso dos dois mecanismos abordados.

#### Referências

- [1] William Stallings "SNMP, SNMPv2, and RMON Practical Network Management, Second Edition" Addison-Wesley Professional Computing and Engineering 1996
- [2] <http://www.ietf.org/rfc/rfc2819.txt>
- [3] [http://en.wikipedia.org/wiki/Service-oriented\\_architecture](http://en.wikipedia.org/wiki/Service-oriented_architecture)
- [4] *Network Activator - Plataforma de Activação de Serviços / Recursos, documentação Soluções QSS, PT Inovação*
- [5] [www.w3.org](http://www.w3.org)
- [6] <http://en.wikipedia.org/wiki/AJAX>
- [7] <http://www.saxproject.org/>

Nuno Farinha, licenciou-se em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações na Universidade de Aveiro em 2006. Na PT Inovação desde Setembro desse ano, tem colaborado no desenvolvimento de soluções de gestão local (no actual DSR1) para os equipamentos desenvolvidos no âmbito do *ClusterNetB@nd*.

Pedro Franco, licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2005.

Participou no desenvolvimento durante a 1ª fase do projecto europeu Daidalos, na área de Qualidade de Serviço, como parte do trabalho realizado para o projecto final da licenciatura e, mais tarde, como bolseiro de investigação no Instituto de Telecomunicações.

Actualmente trabalha para a PT Inovação Aveiro, em desenvolvimento de *software*. Participou na implementação e é o responsável pela manutenção do módulo de recolha de dados de desempenho utilizado na solução de gestão do *ClusterNetB@nd*.

# 02

## Gestão Autónoma em Redes de Próxima Geração

palavras-chave:  
gestão de redes; *autonomic networks*;  
*self-organizing networks*



Vitor Mirones



Victor Marques



Susana Sargento  
(Universidade de Aveiro)

As redes de próxima geração serão caracterizadas por uma elevada diversidade e dinamismo. O crescimento em número e tipo de equipamentos e serviços de telecomunicações em cenários de evolução, associado à necessidade de uma adaptação contínua às alterações no funcionamento das redes, demonstra a ineficiência e inadaptação do modelo convencional de gestão das mesmas. A gestão autónoma das redes de telecomunicações procura melhorar a capacidade de gestão nesses cenários, atribuindo a capacidade de auto-organização aos vários equipamentos da rede.

*In-Network Management* (INM) surge como um novo paradigma onde o plano de gestão se encontra distribuído e integrado na própria rede. Este paradigma está a ser desenvolvido no contexto do projecto 4WARD (IST-FP7).

Neste artigo iremos apresentar o conceito de INM e de gestão autónoma de redes, referindo alguns dos objectivos e resultados esperados no âmbito do referido projecto.

## 1. Introdução

A abordagem tradicional na gestão de redes de telecomunicações baseia-se numa arquitectura centralizada. As funções de gestão (vulgarmente conhecidas pelo acrónimo FCAPS - *Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security*) são suportadas por equipamentos centrais (NMS - *Network Management Systems*) que comunicam com os equipamentos da rede (NE - *Network Equipment*), através de protocolos normalizados de gestão (normalmente SNMP - *Simple Network Management Protocol*). Estes protocolos actuam como mediadores entre os sistemas de gestão e os elementos geridos, sendo usados pelos NMS para medir e controlar o comportamento da rede.

Com a evolução das redes de telecomunicações surgem diversos novos problemas. A explosão do número e variedade de equipamentos geridos, assim como a maior flexibilidade e variabilidade das tecnologias suportadas, actuam como principais factores de pressão sobre os sistemas actuais. O número de dispositi-

vos ligados à Internet ultrapassou enormemente as expectativas iniciais. Novos tipos de dispositivos e redes (*sensor networks, home networks* e terminais móveis) introduziram o conceito de ubiquidade na comunidade, alargando o universo de equipamentos com funcionalidades específicas e, logo, necessidades próprias de gestão.

As redes sem fios (*wireless*) têm igualmente contribuído para o dinamismo dos cenários das redes de telecomunicações. O factor mobilidade é introduzido na topologia das redes: os elementos da rede podem deslocar-se, as fronteiras entre domínios podem ser ultrapassadas, os equipamentos podem desaparecer e reaparecer noutro ponto da rede. As alterações na topologia da rede reflectem-se naturalmente no tráfego. Os mecanismos de encaminhamento de tráfego têm que acompanhar o dinamismo da própria rede. As redes *ad-hoc* ilustram estes cenários altamente dinâmicos. A abordagem centralizada da gestão destas redes, demasiado dependente da intervenção humana,

não permitirá uma gestão eficiente das mesmas, nem tempos de reacção adequados.

A comunidade científica persegue a visão de uma gestão autónoma (*Autonomic Network Management*) como resposta aos problemas indicados. Gestão autónoma é entendida como a capacidade das entidades da rede para auto-regularem o seu comportamento, de acordo com os objectivos e políticas que a rede, como um todo, procura atingir [1].

Pretende-se que as redes futuras se auto-configurem, adaptando-se dinâmica e continuamente às alterações de forma independente e escalável. Esta propriedade permitirá reduzir os custos de operacionalização das mesmas e minimizar a necessidade de intervenção humana.

## 2. Estado de arte

Automação não é um conceito novo numa rede de telecomunicações. Os operadores de telecomunicações cedo sentiram a necessidade de substituir a gestão manual das

suas redes. Os primeiros comutadores automáticos surgiram no início do século XX, com o objectivo de eliminar a necessidade de operadores humanos na rede. Mais recentemente, com o surgir da Internet, as rotas de interligação entre os poucos nós da rede eram adicionadas e mantidas de forma manual e estática. O crescimento em dimensão e complexidade dessa rede, e o seu comportamento dinâmico, tornaram-se incompatíveis com essa gestão manual, culminando na criação dos protocolos de *routing*. Estes dois exemplos ilustram a colocação de alguma inteligência dentro da rede, como forma de ultrapassar as limitações da intervenção humana e tornar a gestão das redes mais rápida e eficiente.

A metodologia de gestão pode ser classificada atendendo ao grau de distribuição do sistema. As redes podem possuir uma estrutura centralizada (ex. SNMPv1), uma estrutura levemente distribuída (ex. SNMPv2, RMON) ou uma estrutura altamente distribuída [2].

Um sistema autónomo possui a capacidade de recolher e analisar informação da rede, tomar decisões com base nessa análise e actuar em conformidade sobre a rede, num ciclo de controlo fechado [3]. É a capacidade de tomar decisões que permite reduzir a intervenção humana remetendo-a para decisões de alto nível (políticas da rede). Os processos autónomos podem ser centralizados (NMS) ou distribuídos. No segundo caso, as decisões são tomadas localmente junto à ocorrência da anomalia ou alteração [4].

O desenvolvimento de uma rede auto-gerida, auto-configurada e auto-regulada (*self\**) constitui uma área de considerável investigação e envolve um elevado número de disciplinas como: concepção de protocolos, gestão de redes, inteligência artificial, computação difusiva, teoria de controlo, teoria de jogos, semân-

tica, biologia, sistemas *context-aware*, redes de sensores, segurança e confiança, entre outras [3]. Todas estas áreas contribuem com modelos e metodologias, permitindo um melhor entendimento de um sistema autónomo de comunicações.

Vários projectos contribuíram significativamente em várias destas áreas. Nos próximos parágrafos faremos uma pequena descrição de alguns desses projectos.

A arquitectura ASA (*Autonomic Service Architecture*) [5] introduziu ferramentas para a gestão autónoma de serviços sobre redes IP. Este projecto abordou a gestão de recursos de redes e de serviços, introduzindo diferentes níveis de abstracção. Nestes, os serviços assentam sobre recursos quer virtuais, quer físicos. A virtualização de recursos simplifica a tarefa da gestão da rede ao providenciar interfaces uniformes entre os distintos e variados recursos físicos.

FOCALE [1] é uma arquitectura para a gestão autónoma de redes de telecomunicações. Esta arquitectura realça o uso de modelos de informação e modelos ontológicos como veículo para adquirir conhecimento sobre as capacidades e limitações de uma rede, possibilitando uma abstracção sobre a especificidade do funcionamento de cada equipamento. Esta aproximação acentua o papel das políticas (*politics*) da rede, como modo de exprimir as regras do negócio que determinam o uso dos diferentes recursos da rede. No FOCAL são usados dois ciclos de controlo: um de manutenção usado em condições normais (sem anomalias); e um de correcção usado quando é necessário actuar sobre a rede por anomalia ou devido à introdução de uma nova política.

O projecto *Ambient Networks* (AN) foi um projecto integrado (IP) do 6º programa quadro comunitário (IST-FP6) [6]. Este projecto procurou uma solução inovadora e comercialmente

viável de redes móveis. Esta solução faria um uso eficiente dos recursos existentes, tirando proveito da agregação das redes através de diferentes domínios tecnológicos ou económicos. Esta característica impulsionaria novas oportunidades de negócio e o crescimento no domínio das redes sem fios.

Tal como o anterior, o projecto ANA (*Autonomic Network Architecture*) foi um projecto integrado do 6º programa quadro comunitário [7]. O seu objectivo foi a concepção e o desenvolvimento de uma arquitectura de rede inovadora que supere a tecnologia Internet actual. Esta arquitectura irá verificar a viabilidade de uma rede autónoma, identificando as suas principais propriedades e características. O ANA explora o conceito de *self\** (auto-configuração, auto-optimização, auto-monitoria, auto-gestão, auto-reparação e auto-protecção), demonstrando-as.

### 3. *In-Network Management*

Um novo paradigma de gestão de redes está em desenvolvimento no âmbito do projecto 4WARD [8]. Este projecto enquadra-se no 7º Programa Quadro da Comissão Europeia e conta com a participação da PT Inovação entre vários parceiros. Este paradigma — *In-Network Management* — explora as limitações das redes actuais, nomeadamente na reduzida escalabilidade e adaptabilidade à mudança e a contextos dinâmicos.

O INM introduz uma camada ténue e difusa delegando, de forma distribuída e cooperativa (*in-network*), as funcionalidades de gestão em elementos de rede com capacidade de auto-organização. A capacidade de decisão, baseada no conhecimento adquirido e partilhado continuamente na rede, é adicionada por esta camada em cada elemento dessa mesma rede. Este paradigma pode ser interpretado como a introdução da inteligência da gestão na própria rede. Não se pretende com

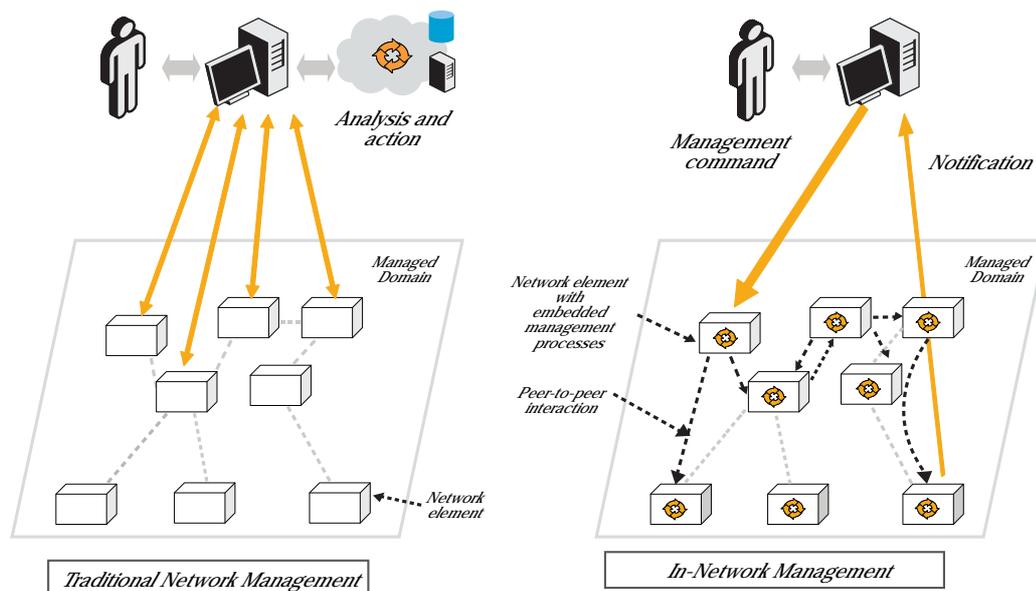


Figura 1 – Abordagem tradicional vs. INM na gestão de redes

este paradigma anular a necessidade de uma plataforma centralizada de gestão (NMS), mas simplesmente a (ver Figura 1).

Na abordagem clássica de gestão de uma rede, a entidade (externa) de gestão comunica com todas as entidades geridas, observando o seu estado e actuando sobre as suas configurações após análise e decisão. Estas operações são, em geral, despoletadas e supervisionadas por um operador humano. Esta entidade central pode estar dotada de comportamento automático e capacidade de tomar algumas decisões automaticamente sobre o estado da rede.

Neste novo paradigma, as plataformas de gestão interagem com a rede através de pontos de acesso específicos. Estes fornecem funções de gestão relativas a toda a rede. O nível a que estas interações se efectuam é agora mais elevado. O gestor comunica à rede os seus objectivos através de regras ou políticas. A rede disponibiliza ao gestor

relatórios concisos sobre o seu estado operacional. Os pontos de acesso representam a rede oferecendo uma interface funcional suportada num conjunto de protocolos distribuídos e auto-executados para a medição e controlo da rede.

Os principais requisitos identificados nesta arquitectura (INM) são:

- > escalabilidade (em número de equipamentos e processos de gestão);
- > heterogeneidade (equipamentos, tecnologias de acesso, topologias, funcionalidades);
- > interoperabilidade (entre equipamentos);
- > suporte em tempo real;
- > robustez (falhas, segurança, informação parcial ou incompleta);
- > baixa ocupação de recursos;
- > possibilidade de hierarquização de entidades;

- > nível de integração; usabilidade;
- > interactividade;
- > adaptabilidade (à evolução das tecnologias); segurança;
- > aprendizagem e extensibilidade (novas funcionalidades).

#### 4. Realizações futuras

A propriedade de INM baseia-se num mecanismo de controlo distribuído. Este mecanismo facilita continuamente a interacção entre os nós da rede, por forma à partilha da informação referente a cada um deles e, conseqüentemente, a toda a rede. Esta consciência que cada entidade terá da sua envolvimento permitirá-lhe-á reagir automaticamente às alterações da rede (não só por anomalia, mas também normais como aumento de tráfego ou inserção de uma nova regra). Potenciará ainda a permanente optimização dos recursos da rede (sejam físicas ou virtuais) em conformidade com os mecanismos de optimização estipulados.

Inclui-se nos objectivos deste projecto a caracterização e definição desses mecanismos de optimização e protocolos relacionados. Essa definição exige uma elevada compreensão das interacções possíveis entre diferentes entidades da rede. Estas interacções dependem das características de cada entidade: o seu tipo, papel e, fundamentalmente, o seu comportamento na rede. É necessário classificar de forma sistemática um nó da rede, considerando não só o seu comportamento, mas também as funcionalidades (acções e eventos) que suporta.

A especificação dos protocolos e algoritmos necessários para implementar esta capacidade de INM, necessita de uma identificação clara dos seus requisitos, atendendo não só ao modelo das entidades e seus papéis, mas também à identificação dos parâmetros relevantes e métricas necessárias para otimizar e avaliar os resultados.

Os mecanismos de descoberta da rede e de decisão cooperativa dependem da definição de um protocolo de gestão que difunda o conhecimento adquirido por cada nó, por quem dele necessite. Por fim, é necessário conceber os mecanismos de decisão e os algoritmos de optimização e proceder à sua avaliação.

## 5. Conclusões

Defendemos que o conceito de INM é particularmente adequado em redes de grandes dimensões e com comportamento altamente dinâmico. Esta capacidade presente nos nós da rede potenciará em tempo real uma rede ciente do seu comportamento, algo que não é viável no actual contexto da gestão de redes. Esperamos ainda que o plano distribuído de gestão detenha a capacidade de reacção instantânea perante alterações como anomalias ou novos equipamentos, retomando rapidamente o funcionamento normal e esperado. Comparativamente com os actuais sistemas de gestão,

obteremos uma redução significativa nos tempos de reacção, especialmente em redes de grande dimensão e complexidade.

## Referências

- [1]Brendan Jennings, Sven van der Meer, Sasitharan Balasubramaniam, Dmitri Botvich, Micheál Ó Foghlú, William Donnelly and John Strassner, *Towards Autonomic Management of communications Networks*, IEEE Communications Magazine, Vol 45, No 10, pp. 112-121, October 2007
- [2]Jean-Philippe Martin-Flatin, Simon Znaty and Jean-Pierre Hubaux, *A Survey of Distributed Enterprise Network and Systems Management Paradigms*, *Journal of Network and Systems Management*, Springer, Vol. 7, No. 1, pp. 9-26, 1999
- [3]Simon Dobson, Spyros Denazis, Antonio Fernández, Dominique Gaïti, Erol Gelenbe, Fabio Massacci, Paddy Nixon, Fabrice Saffre, Nikita Schmidt and Franco Zambonelli, *A Survey of Autonomic Communications*, *ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems*, Vol. 1, No 2, pp 223-259, December 2006.
- [4]Raouf Boutaba and Jin Xiao, *Network Management: State of the Art*, *Proceedings of the IFIP 17th World Computer Congress (WCC'02) - TC6 Stream on Communication Systems: The State of the Art*, *IFIP Conference Proceedings*, Vol 220, pp. 127-146, 2002.
- [5] Yu Cheng, Ramy Farha, Myung Sup Kom, Alberto-Leon-Garcia and James Won-Ki Hong: *A Generic Architecture for Autonomic Service and Network Management*, *Computer Communications*, Vol 29, No 18, pp. 3691-3709, November 2006.
- [6] Bengt Ahlgren, Lars Eggert, Börje Ohlman and Andreas Schieder, *Ambient Networks: Bridging Heterogeneous Network Domains*, In Proceedings of the IEEE 16th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, Volume 2, pp. 937-941, September 2005.
- [7] Christophe Jelger, Christian Tschudin, Stefan Schmid and Guy Leduc, *Basic Abstractions for an Autonomic Network Architecture*, In Proceedings of the 1st IEEE WoWMoM Workshop on Autonomic and Opportunistic Communications (AOC'07), June 2007.
- [8] 4WARD Project: <http://www.4ward-project.eu/>

Vitor Mirones é licenciado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, ramo de Telecomunicações, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (1994). No CET desde 1995, onde colaborou na área das Tecnologias Multimédia e Desenvolvimento de Serviços e Aplicações. Desde 2002 no DSR - Desenvolvimento de Sistemas de Rede (ex. SIR - Sistemas e Infraestruturas de Rede) da PT Inovação. É actualmente responsável pela equipa de Protocolos e Aplicações para Gestão de Elementos de Rede. Em 2007 iniciou um programa doutoral em Telecomunicações (MAPTele) nas universidades do Minho, Aveiro e Porto, subordinado ao tema "*Self In-Network Resource Management*".

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, respectivamente. 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 actualmente responsável pela divisão de "Desempenho de Rede e Plataformas de Acesso em Rádio e Cobre" do departamento de Desenvolvimento de Sistemas de Rede. Publicou vários artigos em conferências e revistas nacionais e internacionais e tem estado envolvido em projectos de investigação e desenvolvimento no âmbito dos programas e fóruns Europeus (RACE, ACTS, IST e EURESCOM) e da PT Inovação.

Susana Sargento (Doutoramento em Engenharia Electrotécnica em 2003) foi docente no Departamento de Ciências de Computadores da Universidade do Porto de 2002 a 2004, e encontra-se desde 2004 na Universidade de Aveiro e Instituto de Telecomunicações. Durante os últimos anos tem estado envolvida em vários projectos nacionais e europeus, tendo responsabilidades de coordenação de várias actividades nos projectos, como as actividades de Qualidade de Serviço e Integração de Redes *Ad-hoc* no projecto FP6 IST-Daidalos. Os seus interesses de investigação centram-se nas áreas de redes heterogéneas e de próxima geração, infra-estruturadas, em malha e *ad-hoc*, onde tem publicados mais de 100 artigos científicos.

## Agilização dos Processos de Provisão

palavras-chave:  
*Service-Oriented Architecture* (SOA),  
*Business Process Execution Language* (BPEL),  
 Integração de Sistemas, *open source*.



Paulo Melo  
(UC)



Paulo Rupino  
(UC)



Cristina Rodrigues  
(UC)



Carlos Lopes  
(UC)



José Maio



André Macedo



Fátima Guerra



João Guerrinha



João Bica  
XLM

Actualmente, a provisão de serviços de telecomunicações, cada vez mais inovadores e integrados, obriga à articulação de várias aplicações que dão suporte a diferentes etapas dos processos de negócio em causa. Estes, por seu turno, são cada vez mais frequentemente criados num editor gráfico e descritos usando uma linguagem designada por *Business Process Execution Language* (BPEL), que é depois executada por um motor de orquestração que se encarrega de garantir o desenrolar do fluxo preconizado e as invocações aos sistemas necessários.

No caso da PT Inovação, é a aplicação *Order Manager* (OM) que desempenha este papel de coordenação. Neste artigo, descrevemos o processo de selecção do motor BPEL *open source* que serve de base ao OM, a forma como este foi integrado com um sistema de versionamento de processos de negócio concebido à medida, e os esforços em curso para minimizar as tarefas manuais actualmente necessárias para configuração das interacções entre os vários *operations support systems* (OSS) sempre que se introduzem novas capacidades ou serviços.

## 1. Introdução

Descreve-se aqui a forma como dois projectos realizados no contexto do Programa de Inovação da PT - o PRADO (*Process Analysis and activities DefinitiOn*) e o JUSSA (*Joining Useful Systems in Sustainable Architecture*) - se articulam num esforço de tornar mais simples, fiáveis e ágeis os processos de provisão de serviços coordenados pelo *Order Manager*(OM).

Face aos problemas de desempenho e robustez sentidos com o motor BPEL comercial subjacente ao sistema *Order Manager* da PT Inovação, foi decidido analisar as várias ofertas *open source* neste domínio, em busca de uma eventual solução capaz de suportar as cargas típicas dos ambientes de exploração dos seus clientes. A conseguir-se, o uso de um produto livre traria ainda uma redução nos custos dos sistemas finais e salvaguardaria a empresa das estratégias comerciais dos fabricantes de *software*. Este estudo foi um dos objectivos do projecto PRADO, no contexto do qual se desenvolveu ainda uma ferramenta autó-

noma de versionamento de processos de negócio para complementar o sistema seleccionado.

Com o problema do motor BPEL resolvido, a atenção focou-se na gestão das interacções com os vários *operations support systems* (OSS) durante um processo de provisão. As trocas de informação entre estes sistemas suscitam questões complexas, obrigando a intervenções humanas fastidiosas e sujeitas a erros cada vez que são introduzidos novos produtos ou alterados os existentes. Com o projecto JUSSA em curso, procura-se simplificar esta tarefa, desenvolvendo uma aplicação que centraliza as alterações num único ponto e que automatiza a criação de grande parte dos documentos XSD e XSLT que controlam a interacção com os vários sistemas envolvidos.

Na secção seguinte descrevem-se as soluções preconizadas, apresentando-se depois, na secção 3, os principais resultados. A importância dos projectos para os negócios do grupo PT é discutida na secção 4, imediatamente antes das conclusões.

## 2. Descrição do sistema ou solução

A PT Inovação já utilizava orquestração de serviços em alguns dos seus sistemas, mas deparava-se com alguns problemas de fiabilidade e desempenho com o motor comercial que adoptava. Pretendia-se uma solução que resolvesse os problemas sentidos. Por outro lado, caso fosse possível adoptar uma solução *open source*, isso permitiria à empresa uma maior independência de terceiros fabricantes e um maior controlo sobre o produto, ficando imune a estratégias comerciais que por vezes forçam actualizações ou que, no extremo oposto, levam ao abandono de aplicações. A escolha de um produto livre alivia ainda os encargos com um componente base sobre o qual funcionam as soluções OSS desenvolvidas pela empresa.

Numa primeira fase foi feita uma revisão da literatura para identificação dos editores e motores BPEL *open source* disponíveis. Seguidamente, cada um dos produtos foi testado numa máquina virtual VMWare [1] separada, para garantir as mesmas

condições de operação, sem interferências de instalações anteriores ou simultâneas de outras aplicações.

Foram experimentados oito editores:

- > Savvion Process Modeler [2];
- > Tibco Business Studio [3];
- > Intalio|BPMS Designer [4];
- > Eclipse BPEL Project [5];
- > ITP - Commerce Process Modeler [6];
- > Enhydra JaWE [7];
- > ActiveBPEL Designer [8];
- > Sun Netbeans [9] e cinco motores BPEL:
- > Sun Java System Application Server Platform Edition [10];
- > Intalio|BPMS *Community Edition* [11];
- > JBoss jBPM [12];
- > ActiveBPEL *Open Source Engine* [8];
- > Apache ODE [13].

Da análise dos motores BPEL resultou uma *short list* que incluía os produtos Sun Java System Application Server Platform Edition e ActiveBPEL Open Source Engine (ActiveBPEL OSE). Uma comparação mais pormenorizada destas duas alternativas revelou a segunda como melhor opção. Este produto está disponível sob licença GPL [14].

Para verificar se o ActiveBPEL Open Source Engine garantia o desempenho e fiabilidade necessárias ao uso em exploração, o produto foi submetido a vários testes, tanto em laboratório, num ambiente simulado, como no ambiente da empresa, onde foi integrado com outras apli-

cações de suporte às operações. Não só foi possível chegar a cargas várias vezes superiores à actualmente existente, como não ocorreram situações que obrigassem à reinitialização do *software*.

No que toca aos editores de processos de negócio, optou-se pelo ActiveBPEL Designer, que, não sendo *open source*, é fornecido sob licença gratuita pela empresa *Active Endpoints*. Este editor está bem integrado com o motor escolhido, sendo de fácil utilização. Não obstante, é uma ferramenta de engenharia, não adequada ao uso por não técnicos.

O editor e motor seleccionados cumpriam a maior parte dos requisitos da PT Inovação, faltando, no entanto, o suporte para a evolução dos processos de negócio. No sector em causa, estes podem ter uma duração muito longa (da ordem dos meses entre início e a conclusão), mas, simultaneamente, têm que ser frequentemente alterados para dar resposta a novos desafios de negócio ou a problemas encontrados. Ora, dada a duração de cada um, e a sua independência, não é viável aguardar que todos terminem para fazer alterações. Por outro lado, pretende-se que um processo que tenha iniciado com umas determinadas regras (ex.: uma determinada campanha promocional), termine nesse mesmo contexto e só os novos usas as regras mais actuais.

A resposta para este problema consiste em manter várias versões do mesmo processo de negócio, garantindo que cada um executa no contexto em que iniciou, e que alterações efectuadas posteriormente não afectam os processos já em curso.

Implementar o versionamento consiste em ter vários ficheiros BPEL relativos ao mesmo processo de negócio, sendo atribuída a cada um deles uma versão para ser possível diferenciá-los. Assim, se houver um processo de negócio chamado “Ac-

tivaDSL”, quando se faz a disponibilização no servidor (o *deploy*) o seu nome é alterado para “ActivaDSL-VX.Y”, onde X.Y é a versão do processo. Desta forma, é possível modificar os ficheiros BPEL de um processo de negócio sempre que for necessário, não perturbando as instâncias que estão a ser executadas. Os processos que são iniciados numa determinada versão executam-na sempre até ao final. Já as novas instâncias são sempre ser executadas a partir da última versão disponível.

Ao desenvolver o módulo de versionamento, optou-se por criar uma solução auto-contida, sem modificar o código do motor ActiveBPEL OSE (ainda que este esteja disponível). Com este desacoplamento, a actualização do motor fica simplificada cada vez que surge uma nova versão, não sendo necessário realizar-lhe quaisquer modificações. Pretendeu-se criar uma solução independente das particularidades do motor e que respeitasse as condições de fiabilidade e desempenho testadas anteriormente.

Para implementar esta solução tornou-se necessário desenvolver um intermediário (chamado *Deployer*) entre o editor de processos de negócio e o motor BPEL. Esse intermediário tem como função alterar o nome do processo antes deste ser colocado no motor, evitando que seja feito o *deploy* de um processo com um nome já existente. Para tal, efectua uma consulta aos dados de versionamento para determinar o nome do novo processo que vai ser colocado no motor, havendo assim um mapeamento de 1 (nome do processo original) para N (várias versões correspondentes ao mesmo processo de negócio).

Como se pode verificar através da Figura 1, a alteração do nome do processo é transparente para o desenhador do processo, pelo que este não tem que o modificar sempre que são efectuadas alterações no editor

e é realizado o *deploy*.

Para facilitar o *deploy* de processos em máquinas que se encontrem em exploração, foi criada ainda uma interface Web baseada em *JavaServer Pages* (JSP), onde o utilizador indica o ficheiro criado pelo editor (no formato BPR) e a versão a que o ficheiro corresponde. O processo de *deploy*, neste caso, idêntico ao representado na Figura 1, com a excepção da consulta da versão no ficheiro "version.properties", que deixa de fazer sentido visto que o utilizador pode escolhê-la através do formulário da interface.

Quando o processo de *deploy* é concluído, o *Deployer* faz uma invocação ao processo que acabou de enviar para o motor, para obter a descrição *Web Services Definition Language* (WSDL) e guardar o resultado na base de dados, juntamente com a restante informação da versão. O WSDL guardado na base de dados é usado para devolver a definição do serviço sempre que um cliente a solicitar. Nestes casos, em vez de se invocar o motor para obter o WSDL, este é extraído da base de dados, ganhando assim algum tempo e recursos que seriam gastos ao obter o mesmo resultado do motor. Uma vez efectuado o *deploy* de um processo, o *Deployer* notifica o *Gateway*, através da invocação de um endereço próprio para o efeito, para que este último actualize a sua informação acerca dos processos BPEL existentes no motor.

Já com o processo em execução, quando um cliente o invoca não precisa de saber que existe versionamento, nem qual a última versão. Apenas invoca o processo através do nome original, no exemplo "ActivaDSL", sendo efectuado o encaminhamento do pedido para a versão correcta do processo. Este encaminhamento é realizado pelo componente a que se chama *Gateway* - ver Figura 2.

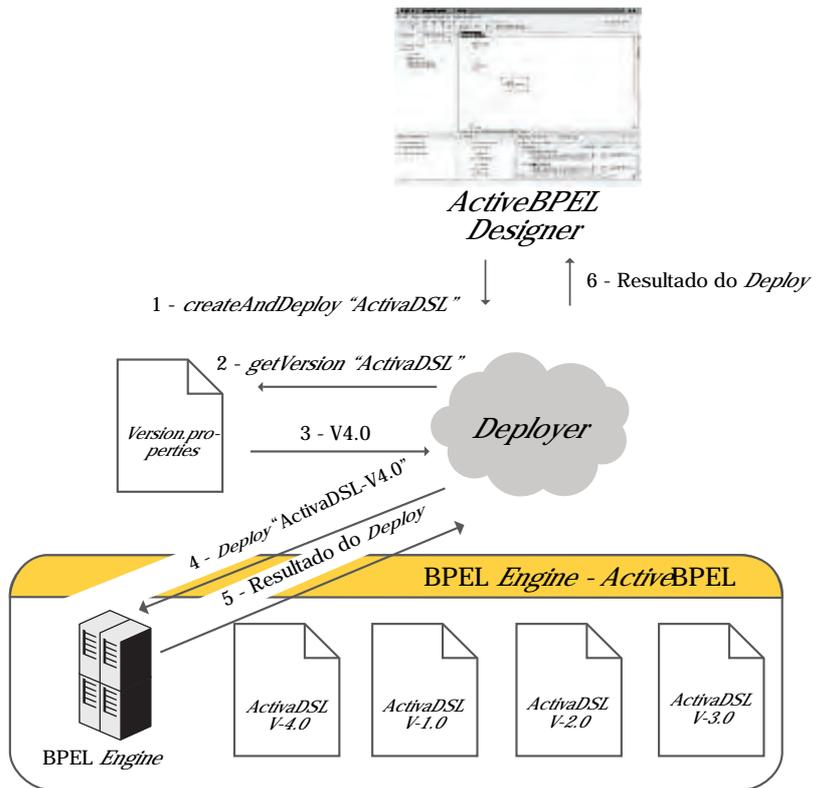


Figura 1 - *Deploy* de um processo BPEL

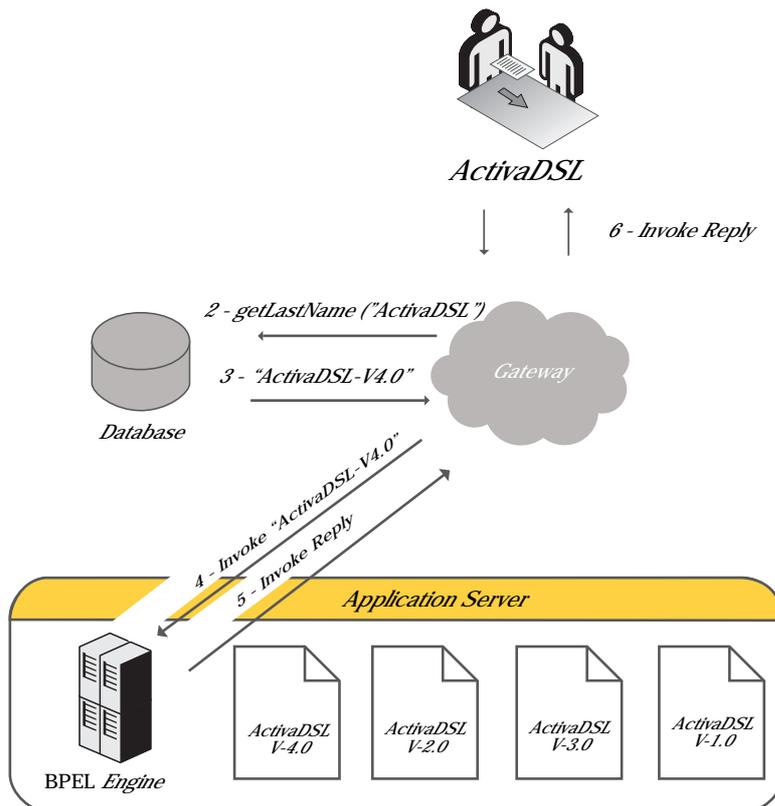


Figura 2 - Encaminhamento de uma invocação de um cliente a um processo versionado

### 3. Resultados

Como resultado do projecto PRADO, foi seleccionado um motor BPEL *open source*, para orquestração dos serviços anteriormente suportados pelo motor comercial, bem como um editor BPEL que facilita a edição de novos processos. Testes efectuados com o motor permitiram concluir que cumpria os principais requisitos, e permitia cargas superiores às suportadas com o motor anteriormente usado, bem como garantia uma maior robustez.

Para permitir a evolução dos processos de negócio, e perante a necessidade reconhecida de suportar o versionamento destes, foi desenvolvida uma arquitectura capaz de permitir a existência de diversas versões de um processo num motor BPEL. Testes efectuados com a implementação desta arquitectura demonstraram a capacidade de suportar versões de processos com um custo reduzido em termos de memória (inferior a 10% de sobrecarga) e em termos de tempo de resposta (inferior a 15% de atraso). Para além disto, com pequenas alterações, a arquitectura permite também aumentar a fiabilidade do sistema, podendo funcionar como *front-end* de um conjunto de motores, aumentando a sua escalabilidade.

Para suportar a evolução da interligação de diversos sistemas OSS, para além da substituição de actividades/processos individuais, é necessário considerar também a evolução da informação trocada entre estes. Para tal, foi planeado, no contexto do projecto JUSSA, um sistema capaz de descrever o percurso de unidades individuais de informação ao longo de um processo, para que a sua alteração possa ser considerada de forma integrada (ao longo de todo o processo) e não de uma forma discreta (apenas numa actividade). Tal permite facilitar a descrição das alterações e ao mesmo tempo garantir a sua coerência. Uma vez que a descrição das estruturas

de informação é complexa, foi necessário criar um sistema capaz de manter esta informação, possuindo ao mesmo tempo assistentes capazes de facilitar a realização das tarefas de alteração de processo mais comuns.

### 4. Importância para os negócios do grupo PT

Em resultado do projecto PRADO, com a adopção do motor BPEL *open source* proposto, a empresa ganha maior controlo sobre esta componente usada pelos sistemas que desenvolve, ganha maior desempenho e robustez comparativamente com a solução paga que usava, e poupa nos custos. Com efeito, por ter acesso pleno ao código fonte do produto, a empresa nunca fica refém da estratégia comercial de um fabricante de *software* tradicional, que pode incluir actualizações forçadas ou o abandono. Mesmo que a comunidade pare de evoluir o sistema aberto, a empresa pode sempre introduzir as adaptações que considere relevantes para os seus propósitos. Por outro lado, a robustez deste produto provou ser superior à da ferramenta paga actualmente em utilização, que apresentava alguns problemas, tendo ainda sido constatado um desempenho acrescido. Por fim, a ausência de custos de licenciamento com este componente base permite eliminar uma parcela significativa do valor das propostas de fornecimento a terceiros do *software* desenvolvido pela empresa, tornando-as mais competitivas.

No que toca ao projecto JUSSA, espera-se que o sistema actualmente em desenvolvimento, que permite gerir de forma centralizada os documentos XML, XSD e XSLT envolvidos na interacção com os vários OSS, reduza os custos de modificação de serviços existentes e da adição de novos. De facto, quer pela automatização da geração de alguns dos ficheiros necessários, quer pelo potencial de redução de erros humanos actualmente possíveis nas fastidiosas tarefas de edição, as alterações passarão a

ser mais rápidas e fiáveis.

### 5. Conclusões

Descreveram-se aqui dois projectos realizados no contexto do Programa de Inovação da PT - o PRADO (*Process Analysis and activities Definition*) e o JUSSA (*Joining Useful Systems in Sustainable Architecture*), que se articulam num esforço de tornar mais simples, fiáveis e ágeis e os processos de provisão de serviços coordenados pelo *Order Manager* (OM). No primeiro foi identificado um motor BPEL *open source* que permite a orquestração dos processos de negócio, tendo ainda sido desenvolvido um sistema de versionamento para complementar este produto. Já no projecto JUSSA, em curso, o foco centra-se na gestão dos documentos XML necessários à interacção com os vários OSS envolvidos num processo de provisão, procurando-se eliminar as actuais tarefas manuais, fastidiosas e muito sujeitas a erros.

## Referências

- [1] *VMWare Inc. VMWare Server DataSheet*. 2008 [cited Março de 2008]; Available from: [http://www.vmware.com/pdf/server\\_datasheet.pdf](http://www.vmware.com/pdf/server_datasheet.pdf).
- [2] Savvion. *Savvion Process Modeler User Guide*. 2006 [cited Maio de 2007]; Available from: [https://processxchange.savvion.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=11&Itemid=25](https://processxchange.savvion.com/index.php?option=com_content&task=view&id=11&Itemid=25).
- [3] TIBCO. *TIBCO Business Studio Installation Guide*. 2006 [cited Março de 2007]; Available from: [http://www.tibco.com/devnet/resources/business\\_studio/business\\_studio\\_installation.pdf](http://www.tibco.com/devnet/resources/business_studio/business_studio_installation.pdf).
- [4] Intalio. *Getting Started with Intalio/BPMS Designer*. 2007 [cited Abril de 2007]; Available from: <http://bpms.intalio.com/content/view/30/103/>
- [5] Eclipse Foundation. *BPEL Project home*. 2007 [cited Março de 2007]; Available from: <http://www.eclipse.org/bpel/index.php>.
- [6] *ITP Commerce. Business Process Modeling with Process Modeler for Microsoft Visio*. 2007 [cited Maio de 2007]; Available from: <http://www.itp-commerce.com/>.
- [7] *Together Teamlösungen. Open Source Java XPDL editor*. 2007 [cited Maio de 2007]; Available from: <http://www.enhydra.org/workflow/jawe/index.html>.
- [8] Active Endpoints. *Active BPEL Open Source Engine*. 2007 [cited Maio de 2007]; Available from: <http://www.active-endpoints.com/active-bpel-engine-overview.htm>.
- [9] Netbeans. *Introduction to the Netbeans*. 2007 [cited Maio de 2007]; Available from: <http://www.netbeans.org/products/ide/>.
- [10] *Sun Microsystems. Sun Java System Application Server Platform Edition 9.0 Home Page*. 2007 [cited Março de 2007]; Available from: [http://www.sun.com/software/products/appsrvr\\_pe](http://www.sun.com/software/products/appsrvr_pe)
- [11] *Intalio. Intalio/BPMS CE Overview*. 2007 [cited Março de 2007]; Available from: [http://bpms.intalio.com/images/stories/start/intalio\\_overview.pdf](http://bpms.intalio.com/images/stories/start/intalio_overview.pdf).
- [12] JBoss. *JBoss jBPM*. 2007 [cited Maio de 2007]; Available from: [http://www.jboss.com/pdf/jb\\_jbpm\\_04\\_07.pdf](http://www.jboss.com/pdf/jb_jbpm_04_07.pdf).
- [13] *Apache Software Foundation. Apache ODE Architectural Overview*. 2006 [cited Maio de 2007]; Available from: <http://incubator.apache.org/ode/architectural-overview.html>.
- [14] *Free Software Foundation. GNU General Public License*, version 3. 2007 [cited 2008]; Available from: <http://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.html>.

Paulo Melo é Professor Auxiliar e Coordenador do Centro de Informática da Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra. É doutorado em Organização e Gestão de Empresas, ramo de Análise e Planeamento de Sistemas. É investigador do Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores de Coimbra (INESCC) e responsável pelas redes e pelo parque informático na mesma instituição desde 1995. É autor de vários artigos científicos e membro da organização ou do conselho científico de diversas conferências internacionais.

Paulo Rupino da Cunha é Professor Auxiliar e Coordenador do Grupo de Sistemas de Informação na Universidade de Coimbra. É doutorado em Engenharia Informática. Nos últimos quatro anos foi o Vice-Presidente do Instituto Pedro Nunes e da IPN Incubadora. Durante três anos foi Coordenador do Colégio de Engenharia Informática da Ordem dos Engenheiros na Região Centro. Durante dois anos foi Vice-Presidente do Departamento de Engenharia Informática da Universidade de Coimbra. É autor de vários artigos científicos e membro do conselho editorial ou revisor de várias revistas e conferências.

Cristina Gomes Rodrigues é finalista do Mestrado em Engenharia Informática da Universidade de Coimbra, opção temática de Sistemas de Informação e Engenharia de Software. É licenciada em Engenharia Informática pela mesma Universidade. Desempenha funções de investigação no projecto JUSSA (*Joining Useful Systems in Sustainable Architecture*).

Carlos João Madeira Lopes é licenciado em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra. Desde 2004 que trabalha no Instituto Pedro Nunes como Analista/Programador, tendo tido funções de coordenação de equipa no desenvolvimento do Sistema de Informação da própria instituição. Actualmente é gestor da Unidade de Sistemas de Informação do Laboratório de Informática e Sistemas do Instituto Pedro Nunes e tem também funções de investigação e desenvolvimento em vários projectos, entre os quais o JUSSA (*Joining Useful Systems in Sustainable Architecture*).

José Maio, licenciado em Computação na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Pós-Graduação em Gestão da Ciência, Tecnologia e Inovação, na Universidade de Aveiro. Ingressou no Centro de Estudos de Telecomunicações – CET em Aveiro (hoje PT Inovação), em 1987 como estagiário, tendo sido admitido para o quadro em 1988. Mantém a sua actividade na PT Inovação. De 1988 a 2000 participou em diversos Projectos de Investigação Europeus em áreas como planeamento de redes e desenvolvimento rural. Em 1996 foi nomeado responsável pelo grupo Suporte Estratégico, tendo sido mais tarde nomeado responsável para outras Unidades Funcionais dentro da área dos OSS (*Operating Support Systems*).

Foi, e é, responsável por diversos sistemas e produtos OSS da PT Inovação. Actualmente é responsável pela Divisão: Controlo de Processos de Operação na direcção dos Sistemas de Suporte às Operações.

André Macedo, finalista em Engenharia Informática e Mestrado em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra. Efectua investigação sobre arquitecturas orientadas a serviços desde 2007 e iniciou a sua actividade profissional na PT Inovação no início de 2008 como programador da aplicação “*Order Management*”.

Fátima Guerra, licenciada em Engenharia Electrotécnica, na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, em 2003. Realizou o projecto de fim de curso em parceria com a PT Inovação, ao abrigo do Programa Talento, na área dos sistemas de navegação por satélite. Este projecto foi premiado com o 2º lugar no Prémio Inovação Jovem Engenheiro 2003, atribuído pela Ordem dos Engenheiros da Região Sul. Também em 2003, frequentou o estágio profissional na PT Inovação, enquadrado na área da automatização de processos de negócio, tendo por base a arquitectura definida pelo TMForum. Desde então, participou em diferentes projectos, incluindo projectos Eurescom, nos quais foram adquiridos conhecimentos e experiência em SOA, *Web Services*, J2EE, BPM e BPEL. Actualmente, aplica os conhecimentos na gestão e desenvolvimento do sistema “*Order Manager*”.

João Guerrinha, licenciou-se em Engenharia Informática pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (2006). Desde 2006 tem trabalhado no projecto da PT Inovação, *Order Management*, como programador, arquitecto e analista de sistemas. A partir de 2008 é também responsável pela concepção e desenvolvimento do projecto OSS para a CVT.

João Bica Osório, licenciou-se em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra em 2006. Realizou o Estágio Curricular e Estágio Profissional na PT Inovação, onde continua a desenvolver a sua actividade profissional nas áreas de *Order Management* e *Network Activation*. Actualmente, os seus interesses são: Arquitectura de *Software*, *Domain Specific Languages* e *Model Driven Architecture*.

## O Impasse da Internet

palavras-chave:  
IP, Internet, virtualização



Jorge Carapinha

Teresa Almeida

Repensar os fundamentos da Internet e lançar as bases da “Internet do Futuro” têm constituído os objectivos de diversas iniciativas recentes, com a participação activa da indústria de telecomunicações e da comunidade científica. Mas porquê uma “Internet do Futuro”? A evolução da Internet ao longo de quase quatro décadas tem sido realizada de forma progressiva e sem rupturas. Porque não prosseguir na mesma lógica? À primeira vista, não é muito óbvio que haja vantagem em pôr em causa os princípios básicos da Internet, alicerçados no protocolo IP, que têm demonstrado uma enorme capacidade de adaptação a novos requisitos, muito para além do

que foram os objectivos iniciais da Internet. Porém, uma análise mais profunda revela que características fundamentais do IP constituem hoje bloqueios à inovação e à adopção de novas soluções, indispensáveis para dar resposta a novos requisitos. Neste cenário, o grande desafio será fazer a transição para esta nova Internet de forma a permitir a sua coexistência com a tecnologia actual.

## 1. Introdução

Nos últimos tempos, diversas iniciativas têm sido lançadas nos Estados Unidos e na Europa<sup>1</sup> no sentido de estudar e conceber aquilo que geralmente se designa por “Internet do Futuro”. Comum a estas actividades está o objectivo de criar uma nova arquitectura para a Internet, livre de limitações ou constrangimentos ditados pela tecnologia actual.

À primeira vista, o interesse deste tipo de iniciativas seria meramente académico – para quê pôr em causa os princípios que estiveram na base do sucesso esmagador da Internet? E, ainda que houvesse vantagem em criar uma nova Internet, porquê investir esforço num objectivo à partida condenado ao fracasso, dada a dimensão que a Internet actual já atingiu?

O presente artigo procura demons-

trar que, para ambas as questões, as respostas podem não ser necessariamente aquelas que numa primeira análise pareceriam mais óbvias. Os requisitos da Internet mudaram de tal forma que a solução para alguns dos novos desafios, mais do que remendos ou remédios paliativos, implica rupturas. Encontrar soluções que possibilitem dar este passo em frente constitui hoje um desafio que não deve ser subestimado.

O artigo divide-se em três partes principais – na primeira parte, é feita uma análise do passado da Internet e de como se chegou aos problemas actuais, a segunda parte centra-se nas soluções para o futuro, e finalmente a terceira parte aborda a perspectiva dos operadores de telecomunicações neste contexto.

## 2. A evolução da Internet

Em 1983, o protocolo TCP/IP tomou-

-se no *standard* de comunicação na Internet, então ainda denominada ARPANET<sup>2</sup>. A introdução do TCP/IP estabeleceu em definitivo as condições para que a ARPANET passasse de uma rede especializada, operada e gerida por uma única organização, para uma “rede de redes”, tal como existe nos dias de hoje. A ARPANET era nessa altura essencialmente uma rede académica, suportando um conjunto limitado de aplicações e servindo uma comunidade restrita de algumas centenas de utilizadores, com interesses e objectivos comuns.

Em 2008, o número estimado de utilizadores da Internet ronda os 1.400 milhões, aproximadamente 21% da população mundial [1]. A Internet constitui um pilar fundamental da economia global. Os utilizadores da Internet têm interesses e objectivos diversos, frequentemente opostos.

<sup>1</sup>A PT Inovação é um dos parceiros da principal iniciativa europeia actualmente em curso nesta área – o projecto 4WARD “Architecture and Design for the Future Internet”, integrado no 7º Programa Quadro da UE.

<sup>2</sup>A ARPANET tinha sido lançada 14 anos antes. O primeiro *link* foi estabelecido no dia 29/10/1969 entre a Universidade da Califórnia e o Stanford Research Institute.

A Internet actual constitui hoje uma plataforma de convergência para uma imensa diversidade de aplicações e serviços com requisitos muito diferentes.

Num futuro não muito distante, a Internet ligará não só computadores e terminais de comunicação, mas potencialmente qualquer objecto – aquilo a que se costuma chamar “Internet das Coisas”. A utilização de pequenos dispositivos *wireless*, *tags* RFID e sensores, abrirá caminho a uma vasta gama de novas aplicações, em cenários residenciais e empresariais.

A avaliação do impacto desta nova realidade na Internet ainda está em grande medida por fazer, mas obrigará certamente a reequacionar características fundamentais da sua arquitectura.

Embora, em muitos aspectos, a Internet tenha mudado radicalmente ao longo de 25 anos, há um aspecto que se manteve praticamente constante e imutável – o IP como base fundamental do seu funcionamento. Diversas funcionalidades foram sendo acrescentadas (mobilidade, segurança, qualidade de serviço, *multicast*), sempre numa lógica de e-

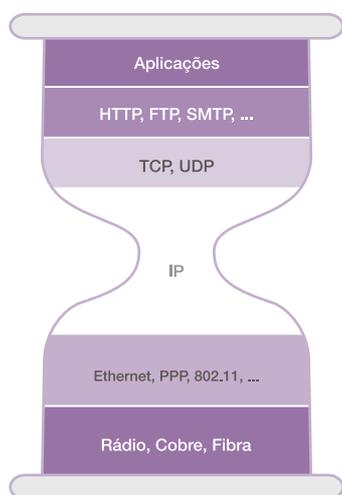


Figura 1 – O modelo da ampulheta: IP sobre qualquer coisa; qualquer coisa sobre IP

volução iterativa, nunca pondo em causa os alicerces fundamentais da arquitectura.

Que os princípios básicos da Internet tenham tido uma tão grande capacidade de adaptação a novos requisitos constitui sem dúvida um feito notável. Tendo esses princípios possibilitado um crescimento sem precedentes, seria legítimo supor que os mesmos princípios pudessem vir a suportar a evolução para a Internet do futuro.

Há, no entanto, sinais que nos fazem supor que a médio ou a longo prazo, poderemos estar confrontados com a necessidade de operar transformações radicais em alguns dos princípios básicos da Internet.

## 2.1. A transformação da ampulheta IP

A Internet foi concebida em torno de um pequeno conjunto de ideias fundamentais. Uma dessas ideias foi a transparência entre os pontos extremos da comunicação e a concentração da inteligência nesses pontos, permitindo dessa forma o desenvolvimento de novas aplicações e serviços, sem implicar alterações no núcleo da rede. Outra ideia fundamental foi a adopção do modelo *connectionless*, em que o conteúdo de cada unidade de informação, ou pacote, é suficiente para que a rede faça o seu encaminhamento, sem necessidade de sinalização ou qualquer tipo de mecanismos de controlo.

A concepção da arquitectura da Internet colocou a ênfase em características como robustez, simplicidade, adaptabilidade e capacidade de crescimento. Cabe ao protocolo IP funcionar como único denominador comum ao longo da rede. Por um lado, garante-se a interoperabilidade a uma escala global, independentemente da tecnologia; por outro lado, reduzindo o IP a um conjunto diminuto de funções, minimiza-se a complexidade da rede e o custo da sua operação. Do protocolo IP, es-

pera-se basicamente que seja capaz de transmitir pacotes entre origem e destino.

É habitual utilizar a analogia da ampulheta, representada na Figura 1, para descrever esta ideia – acima ou abaixo da “cintura estreita” do IP pode construir-se uma enorme diversidade de protocolos, constituindo o IP o único elemento comum.

Neste contexto, não surpreende que as principais inovações e avanços da Internet ao longo das últimas décadas se tenham realizado essencialmente no nível de aplicação (por exemplo, *World Wide Web*, motores de busca, telefonia IP) ou abaixo do nível de rede (por exemplo, VPN MPLS) — em qualquer dos casos, sem qualquer impacto no nível de rede, ou seja, no protocolo IP [2].

As evoluções da Internet relacionadas de alguma forma com o nível de rede podem dividir-se em dois grupos: as que foram concebidas para dar resposta ao aumento de escala e as que introduziram novas aplicações ou funcionalidades, não contempladas no projecto original da Internet.

No primeiro grupo incluem-se, entre outros, o DNS (*Domain Name System*), para permitir implementar um sistema de nomes a uma escala global; o CIDR (*Classless Inter-Domain Routing*), para permitir a sustentabilidade do espaço de endereçamento; os protocolos de *routing* OSPF e IS-IS, para possibilitar o encaminhamento num domínio administrativo de rede de forma escalável, e o BGP, para possibilitar o encaminhamento entre diferentes domínios administrativos. Do segundo grupo fazem parte soluções como *Mobile IP*, *IPsec*, *IP multicast*, *IntServ/DiffServ*, concebidas para dar resposta à necessidade de introduzir novas funcionalidades, respectivamente mobilidade, segurança, comunicação ponto-multiponto (*multicast*) e qualidade de serviço.

Directa ou indirectamente, o preço a pagar por estas novas funcionalidades foi o progressivo aumento de complexidade do IP, com o consequente alargamento da “cintura estreita” da ampulheta. Mais grave do que isso, as novas funcionalidades foram sendo introduzidas de forma isolada, muitas vezes sem ter em conta a necessidade de satisfazer outros requisitos, nem considerar eventuais impactos colaterais.

Ou seja, apesar de haver soluções para mobilidade, segurança, *multicast* e qualidade de serviço, continuou a ser muito complicado, ou mesmo impossível, conciliar as quatro funcionalidades numa mesma rede.

Por outro lado, a implementação de novas funções foi sendo conseguida à custa de princípios fundamentais do modelo original da Internet. Por exemplo, o princípio da transparência extremo-a-extremo é posto em causa com a introdução das chamadas “*middle boxes*”, realizando funções de *firewall* ou tradução de endereços (NAT); daqui resultam, por sua vez, problemas com um conjunto importante de aplicações.

## 2.2. Novas preocupações

Em diversos aspectos fundamentais, a Internet mudou radicalmente nas últimas duas décadas. O aumento de escala foi a transformação mais evidente. Nos anos 90, a escassez do espaço de endereçamento IPv4 foi o primeiro sintoma desse problema (ver à frente). Na verdade, a questão não se restringe à escassez do espaço de endereçamento. O rápido crescimento das tabelas de encaminhamento nos *routers* de núcleo da Internet (a chamada “*default-free zone*”) constitui outro problema de escalabilidade, porventura mais complicado de resolver [6]. Até agora, o aumento da

capacidade dos *routers* da Internet, seguindo a lei de Moore, tem permitido acompanhar o ritmo de crescimento da internet, resolvendo assim a questão. Mas há dúvidas de que seja possível manter a situação por muito mais tempo, a permanecer a tendência actual. Ao contrário da escassez de endereços, não parece que neste caso o IPv6 traga um grande valor acrescentado e pode até contribuir para agravar o problema [3][4][5].

Uma outra classe de problemas resulta simplesmente de já não serem válidas premissas fundamentais que nortearam a concepção da Internet há duas ou três décadas atrás. A Internet foi originalmente concebida para garantir a conectividade ponto-a-ponto entre nós fixos. Independentemente da forma como evoluir a Internet no futuro, uma coisa parece clara – o acesso será feito maioritariamente através de dispositivos móveis sem fios.

O *Mobile IP* foi criado para permitir mobilidade, mas não para cenários de mobilidade generalizada. A raiz de uma boa parte destes problemas está na natureza do endereço IP e na necessidade de que um equipamento mude de endereço IP sempre que se desloca de uma rede para outra. Esta necessidade resulta da dupla função de identificação e localização do endereço IP. O acoplamento das duas funções fazia todo o sentido nos primórdios da Internet, em que os nós eram fixos, mas não em cenários em que a mobilidade é a regra, e não a excepção. Infelizmente, também neste aspecto, o IPv6 não trouxe novidades relativamente ao IPv4 [4].

Finalmente, o próprio modelo de camadas do TCP/IP (ilustrado na Figura 1), herdado do modelo OSI<sup>3</sup>, é

posto em causa. Por um lado, antevê-se que uma grande parte dos dispositivos ligados à Internet no futuro (por exemplo, sensores) disponham de recursos computacionais e energéticos muito limitados, tornando o processamento da pilha IP um desafio complicado.

Por outro lado, as especificidades dos sistemas *wireless*, com destaque para a variação dinâmica das características físicas da ligação (interferências, mobilidade, propagação “*multipath*”) ou a conectividade intermitente, desaconselham a separação estrita das funções associadas a diferentes camadas, tal como preconizado no modelo OSI, e obrigam à interacção entre camadas não adjacentes [8].

## 2.3. Resistir à mudança: as lições do IPv6

No início dos anos 90 começou a ficar claro que, a manter-se o ritmo de crescimento da Internet que então se verificava, o espaço de endereçamento IP (limitado a 32 *bits*) seria esgotado em pouco tempo. Pela primeira vez, foi necessário rever uma característica fundamental do protocolo IP.

O IPv6 foi então proposto como solução para resolver o problema – o aumento do espaço de endereçamento de 32 *bits* para 128 *bits* seria suficiente para oferecer a cada habitante do planeta aproximadamente  $5 \times 10^{28}$  endereços IP. Acreditou-se nessa altura que o principal problema do futuro da Internet estava resolvido e que até ao final do século XX ter-se-ia registado uma substituição quase total do IPv4 pelo IPv6. Esta previsão falhou completamente. Por um lado, a utilização de técnicas de CIDR e NAT foi permitindo mitigar o problema da escassez de endereços e a premência de

<sup>3</sup>Na forma de definir e implementar protocolos de comunicação, o TCP/IP seguiu basicamente os princípios do modelo OSI, embora usando um conjunto mais reduzido de camadas. No modelo OSI, cada camada fornece serviços à camada imediatamente superior e usa os serviços da camada imediatamente inferior. O modelo de camadas torna as funções específicas de cada camada transparentes em relação às restantes e facilita dessa forma a interoperabilidade entre diferentes tipos de *hardware* e *software*.

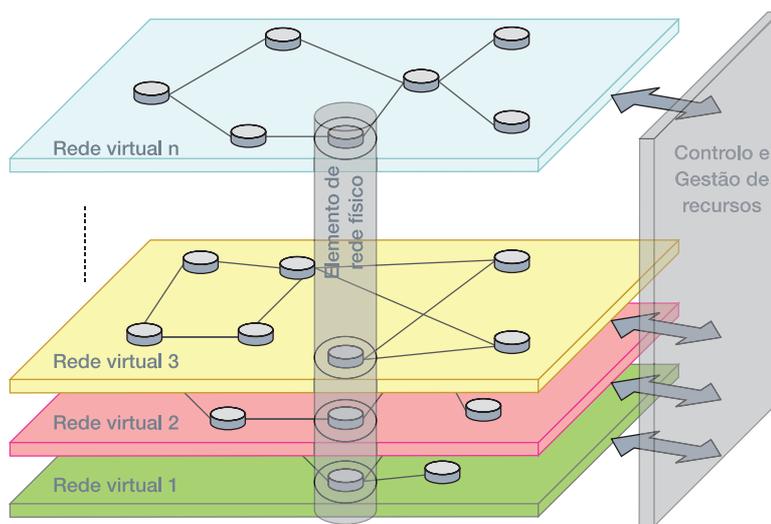


Figura 2 – Arquitectura básica de virtualização

realizar a migração. Acima de tudo, o que este processo permitiu demonstrar foi a enorme resistência a qualquer mudança que tenha impacto no núcleo da rede (que, no caso do IPv6, nem sequer implicava rupturas profundas). Face aos pesados investimentos que uma migração para IPv6 iria implicar, e não havendo uma clara expectativa de retorno desses investimentos, ou uma oportunidade significativa de negócio a explorar, os operadores tendem a protelar essa mudança até que ela seja de facto inadiável<sup>4</sup>.

### 3. Futuro – como sair do impasse

É hoje claro que a Internet assenta numa complexa teia de remendos e que, em muitos aspectos, já tem pouco a ver com a visão dos seus criadores. Por outro lado, não é possível dar passos em frente e responder aos desafios da Internet actual e futura sem pôr em causa alguns dos fundamentos da sua arquitectura. Ou seja, o que está em causa não é a realização de mais uma etapa no percurso evolutivo do IP (IPv7?), mas uma abordagem radicalmente nova.

Infelizmente, como ficou demonstrado pelo caso do IPv6, no estado actual da Internet, empreender uma tal mudança a uma escala global constituiria uma tarefa gigantesca e de sucesso muito duvidoso.

Verifica-se portanto um ciclo vicioso na Internet – por um lado, para ultrapassar os seus problemas e limitações seria necessário mudar aspectos fundamentais da arquitectura; por outro lado, para que estas transformações pudessem ocorrer, seria necessário realizá-las globalmente de forma concertada, o que não é viável, como o IPv6 demonstrou claramente. É neste contexto que começam a ser olhadas com alguma atenção as tecnologias de virtualização de rede.

A virtualização tem sido utilizada em diversos contextos e aplicações. Por exemplo, técnicas de virtualização são hoje frequentemente usadas para possibilitar uma utilização eficiente de recursos computacionais em *data centres*.

Em redes IP, a virtualização também

não é uma ideia nova – o conceito de *router* virtual já existe há bastante tempo e as VPN BGP/MPLS podem ser vistas em parte como uma variante desse conceito, limitando a virtualização à periferia da rede.

A virtualização permite a construção de múltiplas redes isoladas, e independentes entre si, sobre uma infraestrutura de rede comum. A Figura 2 ilustra o conceito.

Do ponto de vista da evolução da Internet, a virtualização oferece várias vantagens potenciais [7]:

- > A possibilidade de conceber e experimentar novas soluções, sem os constrangimentos e as limitações das tecnologias actuais (nomeadamente IP);
- > A possibilidade de fazer uma migração faseada para novas soluções e arquitecturas, sem pôr em causa as redes e os serviços *legacy*.

A Figura 2 ilustra o conceito.

Naturalmente, a virtualização não é, só por si, a solução para resolver os problemas da Internet. Para isso é necessário conceber novas arquitecturas de rede pensadas de raiz para dar resposta a problemas actuais e futuros, alguns já aflorados anteriormente. Mas a virtualização pode ser a chave para resolver o impasse que se verifica actualmente, possibilitando a introdução gradual de novas tecnologias ficando a sua adopção em larga escala naturalmente ditada pela necessidade e leis do mercado.

### 4. O papel dos operadores

No início dos anos 90, a primeira onda da Internet apanhou os operadores de telecomunicações despre-

<sup>4</sup>Curiosamente, uma outra tecnologia concebida e lançada algum tempo depois do IPv6 acabou por ter um sucesso bem maior nas redes dos operadores – o MPLS. Ao contrário do IPv6, o MPLS proporcionou novos negócios aos operadores – as VPN BGP/MPLS constituem hoje uma importante fonte de receitas. Outra diferença significativa em relação ao IPv6 foi o facto de o MPLS ter sido concebido como tecnologia intra-domínio, o que deu a cada operador a liberdade de implementar e tirar partido da tecnologia, independentemente de outros operadores o fazerem, ou não.

venidos e sem uma estratégia clara para lidar com o fenómeno então emergente.

Apesar do sucesso sem precedentes, raramente a Internet constituiu para os operadores uma fonte interessante de receitas. A base do problema está na dificuldade em estabelecer modelos de negócio que não estejam focados exclusivamente na conectividade e no transporte de tráfego indiferenciado (*best effort*). Ironicamente, as mesmas características que funcionaram como alavancas para o crescimento da Internet (por exemplo, a transparência extremo-a-extremo) têm constituído para os operadores um obstáculo ao estabelecimento de modelos de negócio atractivos.

Existe um claro confronto, aliás já antigo, entre visões sobre o papel da rede e dos operadores na Internet. Do ponto de vista dos operadores convencionais e das infra-estruturas de rede, há um problema para resolver – o avanço da Internet para novos serviços implica investimentos pesados, nomeadamente nas redes de acesso, mas esses investimentos só poderão ser feitos se existir uma expectativa clara de retorno. Um modelo baseado exclusivamente na conectividade e na largura de banda, como o que existiria se os operadores incumbentes ficassem reduzidos ao papel de provedores de conectividade, não parece ser suficiente como incentivo para o investimento na renovação das infra-estruturas de rede.

Para os operadores de telecomunicações, em particular para os chamados incumbentes, a virtualização de rede pode apresentar novas oportunidades mas também novos desafios. Os operadores actuais executam frequentemente uma dupla função – por um lado, mantêm e gerem a infra-estrutura de rede; por outro lado, fornecem serviços aos utilizadores finais. A virtualização de rede poderá contribuir para a separação destas

duas funções ao permitir a definição de uma fronteira clara entre fornecedores de infra-estrutura e fornecedores de serviços.

Os operadores incumbentes não podem alhear-se deste processo de renovação da Internet sendo sobretudo necessário que percebam e participem na definição dos novos modelos de negócio, cadeias de valor e papéis dos vários actores intervenientes nos cenários que se vão desenhando para a Internet do futuro.

## 5. Conclusões

As expectativas sobre a Internet são hoje bem diferentes das existentes quando a Internet foi criada; porém, apesar da mudança de expectativas e requisitos, a Internet mostrou possuir uma admirável capacidade de adaptação, ainda que por vezes à custa de princípios fundamentais, como a transparência da rede.

Contudo, é hoje claro que algumas características básicas do IP constituem um problema para responder adequadamente a novos desafios da Internet e que são necessárias soluções de ruptura. No passado recente, a experiência do IPv6 mostrou que, dada a dimensão que a Internet atingiu, qualquer solução que tenha impacto no núcleo da rede a uma escala global, dificilmente terá viabilidade prática.

Neste aparente beco sem saída, a virtualização surge como solução para ultrapassar o impasse actual e funcionar como ponte para o futuro. Ao permitir a coexistência de velhas

## Referências

- [1] *Internet Usage Statistics - The Internet Big Picture*, <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>
- [2] M. Handley, *Why the Internet only just works*, BT Technology Journal, Vol 24, No 3, Julho 2006
- [3] G. Huston, *Addressing and the Future Internet*, <http://ispcolumn.isoc.org/2007-02/address-paper.pdf>, Fevereiro 2007
- [4] G. Huston, *The Mythology of IP Version 6* The Internet Protocol Journal, Vol. 6, No. 2, Junho 2003
- [5] D. Meyer, L. Zhang, K. Fall, IETF RFC 4984, *Report from the IAB workshop on routing and addressing*, Setembro 2007
- [6] BGP Routing Table Analysis Reports, <http://bgp.potaroo.net/>
- [7] T. Anderson, L. Peterson, S. Shenker, J. Turner, *Overcoming the Internet Impasse through Virtualization*, Computer, Abril 2005
- [8] S. Choi, D. Perry, S. Nettles, *A Software Architecture for Cross-Layer Wireless Network Adaptations*, Seventh Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (WICSA 2008), Fevereiro 2008.

Jorge Carapinha obteve a Licenciatura em Engenharia Electrotécnica, Ramo de Informática, pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (1984) e Mestrado em Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro (1998). Desde 1985 é colaborador da PT Inovação (anteriormente CET). No âmbito de projectos nacionais e internacionais tem desenvolvido actividades em diversos domínios, com destaque para tecnologias de redes de núcleo, redes privadas virtuais e qualidade de serviço. Presentemente coordena a participação da PT Inovação no projecto 4WARD, "Architecture and Design for the Future Internet", no âmbito do FP7.

M. Teresa R. L. de Almeida, é licenciada em Física Aplicada à Óptica e Electrónica, pela FCUP, 1986. De 1987 a 1989 foi bolsista da JNCIT, em C&T, no LIP e integrou a equipa DELPHI, no CERN. Desde 1989 colaboradora da PT Inovação, especializou-se em redes ópticas DWDM, actualmente parte do grupo Plataformas e Redes Multiserviço, Área Investigação Aplicada e Difusão do Conhecimento. Participou em vários projectos nacionais e internacionais, estando actualmente a colaborar no projecto 4WARD, do sétimo Programa Quadro Comunitário. É autora e co-autora de várias publicações.

## Arquitectura IMS e MBMS Integrada

palavras-chave:  
MBMS, IMS, Arquitectura,  
Integração, C-MOBILE



Filipe Pinto



António Videira



Hugo Cabral



João Gonçalves

Nos últimos anos, tem-se assistido a uma procura crescente de serviços multimédia. O serviço *Mobile TV* é já uma realidade em vários países, tendo-se revelado um grande sucesso comercial. Para além disso, tem-se verificado a distribuição de conteúdos multimédia por grupos de utilizadores, confirmando a tendência Web 2.0. O 3GPP tem normalizado duas extensões à norma UMTS para possibilitar a distribuição de conteúdos multimédia: o IMS (IP *Multimedia Subsystem*) e o MBMS (*Multimedia Broadcast Multicast Service*). O IMS providencia um conjunto de novas funcionalidades à rede *core*, facilitando a gestão de recursos, o controlo de admissão e novos mecanismos de tarifação. O MBMS possibilita o envio de dados

em modo *broadcaste multicast* nas redes UMTS. A integração destes dois sistemas possibilitará o envio de conteúdos multimédia, usando canais *unicast, multicast e broadcast*, de uma forma eficaz, poupando recursos da rede. A integração destes dois sistemas possibilita ainda o desenvolvimento rápido de novos serviços devido às diferentes interfaces normalizadas. Este artigo irá apresentar uma arquitectura integrada dos sistemas MBMS e IMS, realçando os resultados obtidos através de uma rede de teste.

## 1. Introdução

Actualmente, as redes 3G utilizam exclusivamente ligações dedicadas, isto é, estabelecem um canal por cada ligação entre o emissor e o receptor. Este modo de comunicação é denominado de *unicast*. Este modo não é eficaz quando existe um grande número de utilizadores a querer aceder em simultâneo ao mesmo conteúdo, devido ao elevado consumo de recursos de rede. Um exemplo óbvio é o que acontece actualmente no serviço *MobileTV*, em que é criada uma ligação ponto-a-ponto entre cada telemóvel e o servidor. De forma a otimizar a utilização dos recursos de rede, o 3GPP desenvolveu o MBMS na sua *Release 6* [1]. O MBMS é o sistema utilizado nas redes 3G para transmitir a informação em modo *broadcaste multicast* para grupos de utilizadores. O MBMS possibilita a transmissão de *streams* de vídeo e áudio, bem como a distribuição de ficheiros. Como os recursos são partilhados, haverá uma efectiva poupança da capacidade da rede, sobrando canais livres para outros serviços. Assim, a distribuição de conteúdos Web 2.0 por grupos

de utilizadores torna-se ainda mais atractiva para os operadores móveis. Para além disso, o MBMS poderá suportar o *MobileTV*, convertendo-o num serviço de baixo custo, tornando-o mais apetecível para potenciais clientes. Como o tráfego alvo é multimédia, faz sentido pensar em interacções com o IMS. A *Release 5* do 3GPP define o IMS como o sub-sistema utilizado para a gestão de tráfego IP nas redes UMTS, permitindo serviços multimédia independentes das tecnologias de acesso, assegurando a qualidade do serviço [2]. Devido às suas interfaces normalizadas, é também possível a integração de diferentes serviços, garantindo mais, e melhores, serviços aos clientes das redes móveis. Mas o IMS foi desenhado para lidar apenas com ligações ponto-a-ponto. Para serviços envolvendo grupos de utilizadores que pretendem receber a mesma informação em simultâneo, esta característica torna-se uma grande limitação, devido ao desperdício de recursos. Quando se olha mais em detalhe para os sistemas IMS e MBMS, consegue-se vislumbrar possíveis sinergias: o IMS para

controlar as sessões usando sinalização SIP (*Session Initiation Protocol*) e o MBMS para distribuir os conteúdos em modo *unicast*, *multicast* ou *broadcast* [5]. Desta forma, será possível a integração de uma panóplia de serviços que poderão utilizar ligações dedicadas ou partilhadas, enviando os seus conteúdos multimédia para grupos de utilizadores, garantindo a utilização dos recursos de rede da forma mais eficaz.

Para que tal aconteça, é necessário o desenvolvimento de uma arquitectura integrada, com novas interfaces e funcionalidades, estendendo os protocolos existentes, de forma a controlar os canais *unicast*, *multicast* e *broadcast*, garantindo a entrega de conteúdos Web 2.0 e serviços *MobileTV* a comunidades de utilizadores.

Este artigo pretende descrever a arquitectura integrada dos sistemas IMS e MBMS. A sua estrutura está dividida da seguinte forma: na secção 2 é feito um sumário das tecnologias IMS e MBMS; na secção 3 são estudadas as diferentes abordagens para a integração destes

dois sistemas; a secção 4 apresenta os principais resultados obtidos; por fim, na secção 5 são apresentadas as principais conclusões.

## 2. Estado da arte

### 2.1. IMS

O IMS aparece na *Release 5* do 3GPP como uma extensão da arquitectura do UMTS, adicionando-lhe um conjunto de novas funcionalidades interligadas por interfaces normalizadas. O IMS utiliza SIP para a gestão das comunicações multimédia, assegurando qualidade de serviço através de mecanismos de reserva de recursos. O IMS possibilita novos mecanismos de tarifação, tendo em conta o tipo de dados a transmitir. O

IMS permite ainda a integração de mais e melhores serviços, cativando assim novos clientes. A Figura 1 apresenta a arquitectura IMS, tal como definida pela *Release 5* do 3GPP.

### 2.2. MBMS

O MBMS surgiu na *Release 6* do 3GPP com o objectivo de possibilitar a transmissão eficiente de dados de uma fonte para múltiplos utilizadores através da rede móvel. Neste sistema, os canais são partilhados por grupos de utilizadores, poupando-se assim recursos de rede. A arquitectura MBMS é uma evolução da rede UMTS, em que os elementos da rede, desde o UE até ao GGSN, sofrem modificações. Para além

disso, no sistema MBMS aparece um novo elemento de rede denominado de BM-SC (*Broadcast Multicast Service Centre*). Este elemento é responsável pela gestão de recursos e implementação dos diferentes serviços. O MBMS tem dois modos de operação: o *broadcast* e o *multicast*. A principal diferença entre eles é que o *multicast* necessita de um canal de retorno para que o utilizador manifeste o seu interesse em se juntar ou abandonar um determinado grupo.

A Figura 2 apresenta a arquitectura MBMS.

### 3. Integração entre IMS e MBMS

Tal como descrito em [4], existem basicamente duas possibilidades para a integração entre o IMS e o MBMS: a centralizada e a distribuída. Neste capítulo serão abordadas estas duas soluções. Por fim, é apresentada a arquitectura definida no âmbito do Projecto Europeu C-MOBILE, que se baseia na arquitectura distribuída para efectuar a integração dos dois sistemas [5].

O C-MOBILE teve como objectivo o desenvolvimento das tecnologias de *broadcast* e *multicast* em redes móveis *beyond 3G*, considerando uma rede convergente global com múltiplos canais de transporte de diferentes tecnologias.

#### 3.1. Arquitectura centralizada

A arquitectura centralizada pretende preservar ao máximo os dois sistemas existentes. Significa isto que, tanto o IMS, como o MBMS, devem permanecer com todas as suas funcionalidades. No entanto, será sempre necessário evolui-las de forma a que possam interagir entre si através de novas interfaces. Neste modo de integração, todas as entidades existentes são mantidas e nenhuma nova está prevista. Os serviços IMS usarão os canais *multicast* e *broadcast* estabelecidos pelo MBMS para efectuar a distribuição dos conteúdos aos utilizadores interessados.

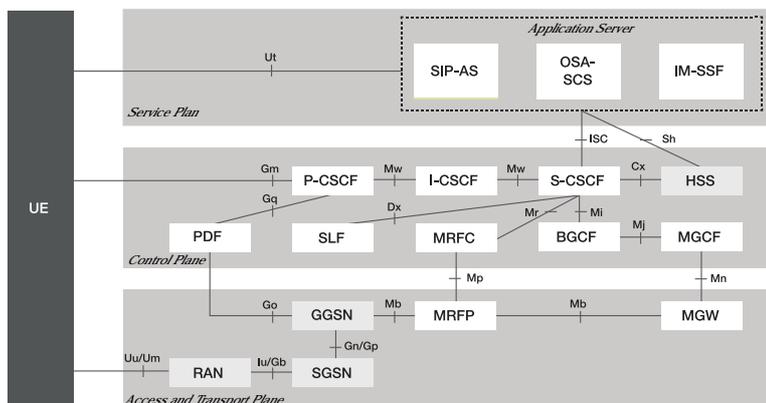


Figura 1 – Arquitectura IMS definida na *release 5* do 3GPP

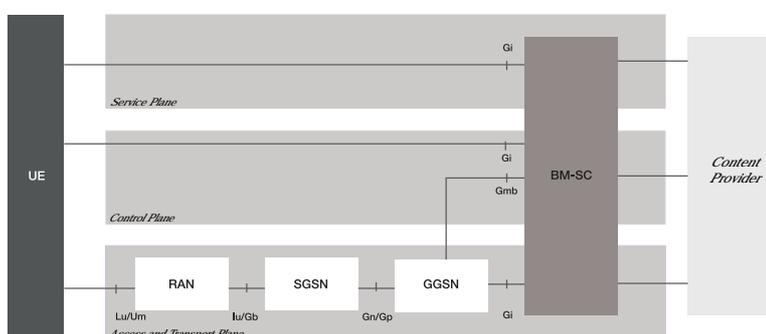


Figura 2 – Arquitectura MBMS definida na *release 6* do 3GPP

A Figura 3 apresenta a arquitectura centralizada.

### 3.2. Arquitectura distribuída

Na arquitectura distribuída, a integração do IMS e MBMS faz-se distribuindo as funcionalidades do BM-SC por variados elementos do IMS. Assim, nesta arquitectura, o BM-SC deixa de existir, mas as suas funcionalidades permanecem. As entidades do IMS são evoluídas de forma a assegurarem todos os mecanismos necessários à gestão dos serviços *multicast* e *broadcast*. A Figura 4 apresenta a arquitectura distribuída da integração dos sistemas IMS e MBMS.

### 3.3. Arquitectura integrada

A arquitectura integrada entre IMS e MBMS aqui apresentada foi desenvolvida no âmbito do projecto europeu C-MOBILE, tendo seguido o modelo distribuído [4]. A arquitectura engloba um conjunto de cinco camadas, denominadas de *Access and Transport Plane*, *Delivery Plane*, *Control Plane*, *Service Enabler Plane*, e, finalmente, *Application Plane*, englobando ainda dois pontos extremos, o *User Plane* e o *Content Provider Plane*. A Figura 5 apresenta a arquitectura definida.

A camada de *Access and Transport Plane* engloba o acesso rádio e *core*, assegurando as questões de qualidade de serviço. A Figura 5 salienta a arquitectura LTE/SAE (*Long Term Evolution / System Architecture Evolution*), mas a arquitectura suporta também diferentes redes de acesso, como por exemplo DVB-H, WLAN ou WiMAX.

A camada *Media Delivery Plane* é responsável pelo processamento dos conteúdos. Recebe os conteúdos do *Content Provider* através de ligações dedicadas e distribui-os aos subscritores, usando ligações *unicast*, *multicast* e *broadcast*. O MDFP é uma evolução do MRFP, adaptado para possibilitar também o envio de ficheiros, usando os dife-

rentes modos de transmissão. O *Control Plane* consiste nas entidades típicas do IMS, tais como os diferentes CSCF. O MDFP é uma evolução do MRFC e controla o MDFP, dando-lhe instruções sobre o que, e como, transmitir.

Na camada *Service Enabler Plane* está disponível um conjunto de funcionalidades que podem ser usadas pelas diferentes aplicações.

Para possibilitar a integração dos

dois sistemas foram desenvolvidos os seguintes *enablers*: *session management* para efectuar a gestão das sessões usando SIP, *service announcement* para anunciar os serviços aos utilizadores, *service scheduling* para agendar as transmissões, *content management* para gerir os conteúdos disponíveis e o *context based group management*, que cria grupos de acordo com a informação de contexto. Esta camada segue as orientações da OMA (*Open Mobile Alliance*) na definição dos seus *ena-*

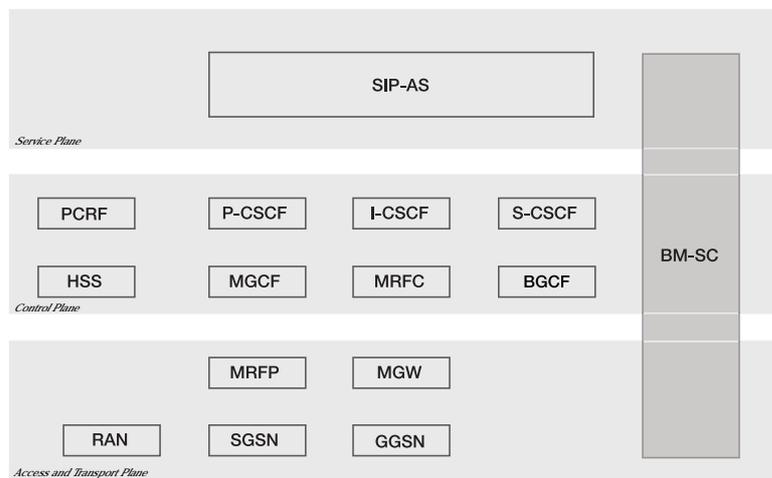


Figura 3 – Arquitectura IMS e MBMS centralizada

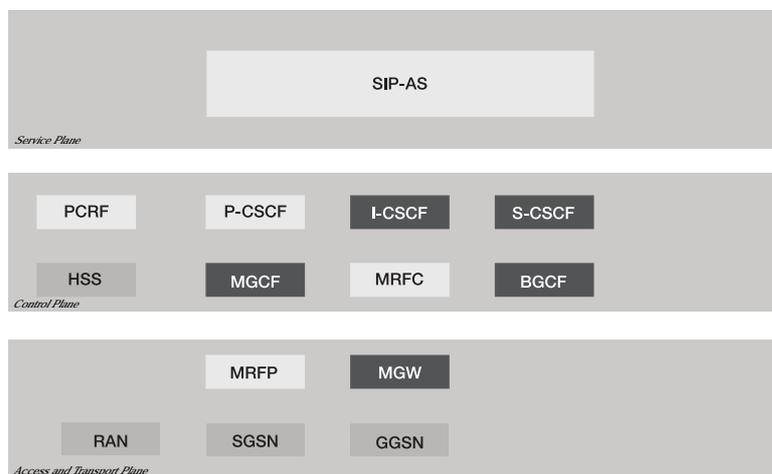


Figura 4 – Arquitectura IMS e MBMS centralizada

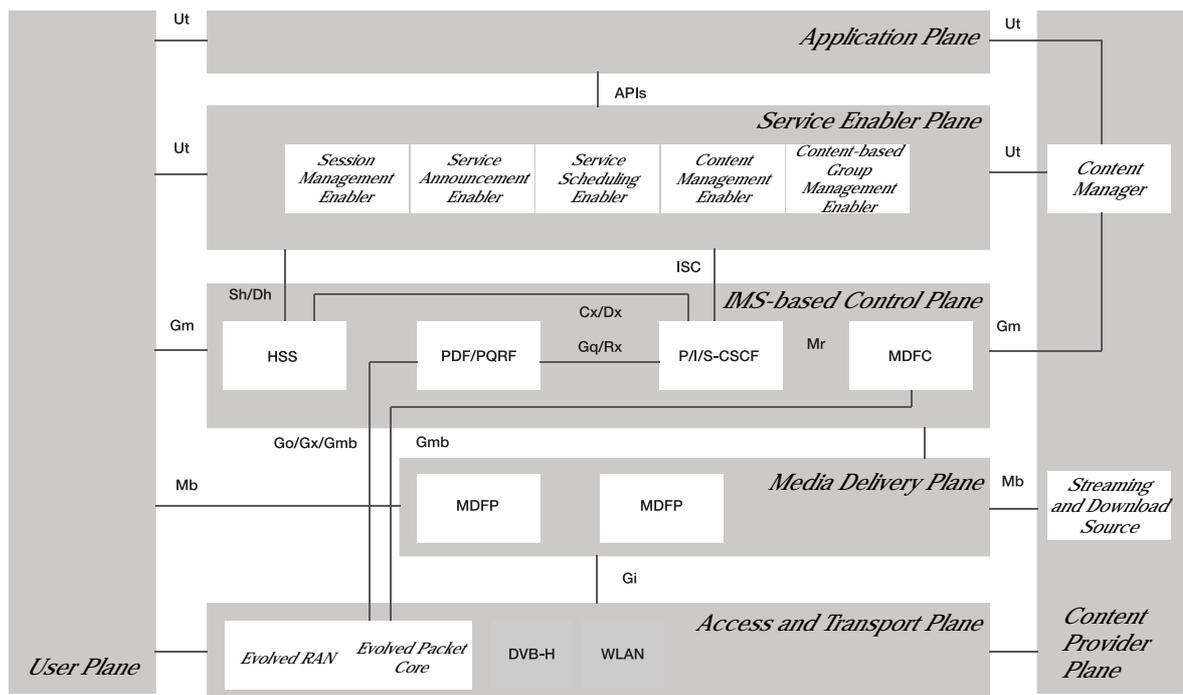


Figura 5 – Arquitectura integrada MBMS-IMS

*blers*, tornado-os reutilizáveis em diferentes aplicações.

A camada *Application Plane* permite o desenvolvimento de serviços, oferecendo aos utilizadores serviços personalizados, que serão distribuídos usando canais *unicast*, *multicast* ou *broadcast*.

Relativamente aos pontos extremos, o *User Plane* refere-se ao utilizador que recebe os conteúdos através da rede do operador. Na outra extremidade está o *Content Provider* que fornece os conteúdos que deverão ser distribuídos pelos grupos de utilizadores interessados.

#### 4. Resultados

##### 4.1. Testbed

Como forma de apresentar as potencialidades da arquitectura definida, foi implementado um demonstrador no âmbito do projecto europeu C-MOBILE. Este demonstrador utilizou diversas tecnologias

como suporte à sua implementação. Nesta secção vão ser enumeradas as tecnologias utilizadas e vai ser explicado o seu papel na realização da arquitectura definida.

Os componentes do *Service Enabler Plane* e do *Application Plane* foram implementados modularmente em cima de um *Application Server (AS) Java Enterprise Edition 5*. Os componentes do *Control Plane* necessários ao funcionamento do sistema são o HSS e os CSCF. Para o demonstrador foi utilizada a implementação *open-source Open IMS Core* destes componentes. O *Media Delivery Function (MDF)* inclui o *MDFP* e o *MDFC*, tendo sido desenvolvido como uma aplicação nativa de Linux, à semelhança do *Multicast Router*. Como terminais foram usados os *Internet Tablets Nokia N800*. A Figura 6 mostra o diagrama geral da *testbed*.

Como AS foi utilizado o projecto *Sailfin*.

O *Sailfin* é uma variante do *Glassfish*, a versão *open-source* do *Sun Application Server*. Estes AS respeitam a *Java Specification Request (JSR) 244* relativa às funcionalidades do *Java Enterprise Edition 5*. Respeitam também a *JSR 220* relativa à definição dos *Enterprise Java Beans 3*. Estas duas especificações definem funcionalidades que são essenciais para a produção rápida de novos serviços e funcionalidades, e que facilitam a escrita de código modular e de qualidade. O que o *Sailfin* vem acrescentar aos seus antecessores é a integração com uma implementação da *JSR 116 (SIP Servlets 1.0)*, originalmente desenvolvida pela *Ericsson* e recentemente tornada *open-source*. Nesta *JSR* está prevista a utilização do paradigma *servlet*, bem conhecido no *Java*, para o protocolo *SIP*.

O *Open IMS Core* é uma implementação *open-source* de quatro entidades IMS: HSS, I-CSCF, S-CSCF

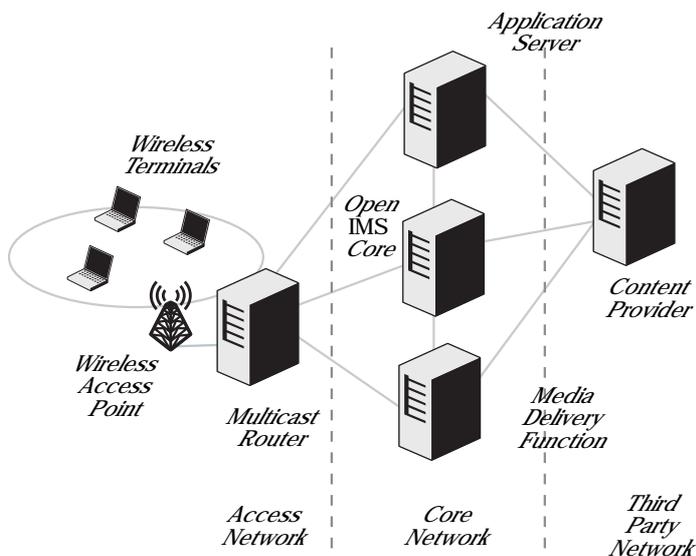


Figura 6 – Diagrama da Testbed



Figura 7 – Nokia N800

e P-CSCF. Esta implementação é mantida pela Fraunhofer FOKUS, empresa parceira na PT Inovação em vários projectos europeus, entre os quais o C-MOBILE.

O HSS é implementado em Java 5, enquanto que os CSCF são implementados em C nativamente sobre Linux.

O MDF foi implementado em C e corre sobre Linux usando várias bibliotecas *open-source* das quais vale a pena realçar algumas: GStreamer para a manipulação de formatos e *streams mediá*, SofiaSIP como *stack* SIP; MAD-FLUTE como motor do pro-

toloco FLUTE, utilizado no MBMS.

Os terminais utilizados, os Nokia N-800, correm um sistema operativo baseado em Linux. Apenas têm Wi-Fi como interface de rede, e por esta razão foi a tecnologia de acesso utilizada no demonstrador.

Utilizando as bibliotecas disponíveis foi desenvolvido uma aplicação para o terminal que permite apresentar as funcionalidades implementadas.

#### 4.2. Principais resultados

As funcionalidades implementadas dividem-se essencialmente em dois cenários de utilização: *Content Cast-*

*ing InteractiveTV*. No caso de *Content Casting*, o utilizador recebe ficheiros *mediá* que posteriormente podem ser visualizados. Neste cenário são possíveis várias funcionalidades adicionais: o escalonamento da entrega dos conteúdos, tendo em conta a disponibilidade da rede; o desencadeamento de entregas de conteúdos devido à localização dos utilizadores interessados, de modo a otimizar a poupança de recursos do *multicast*, e o aprovisionamento e entrega de conteúdos gerados pelo utilizador. No caso do *Interactive TV*, o utilizador vê um canal de televisão em tempo real. É possível consultar o *Electronic Program Guide* (EPG) para esse canal, e caso o *Content Provider* assim deseje, é possível iniciar votações relativas ao canal, como por exemplo votação para o programa que vai dar de seguida.

O Nokia N800 permite interagir com o sistema de modo a subscrever a serviços de conteúdos e receber anúncios das sessões que se vão realizar. Depois de receber os anúncios, o utilizador pode escolher receber um determinado conteúdo ou ver um determinado canal. A Figura 7 mostra um dos Nokias utilizados a correr a aplicação desenvolvida no projecto C-MOBILE. Encontra-se disponível no *site* do YouTube um conjunto de vídeos referentes à *testbed* desenvolvida no projecto C-MOBILE [6].

#### 5. Conclusões

As redes 3G têm vindo a evoluir para dar resposta à crescente procura de serviços multimédia. O 3GPP começou por normalizar o IMS na sua *Release 5* para gerir sessões multimédia. Já na *Release 6*, o 3GPP normalizou o MBMS que permite o envio de pacotes em modo *multicast* e *broadcast* sobre as redes UMTS. O projecto C-MOBILE pretendeu evoluir o MBMS, e propôs a sua integração com o IMS, definindo uma arquitectura distribuída destes dois sistemas. Desta forma, os serviços *multicast* e *broadcast* passaram

a ser controlados pelas entidades IMS usando sinalização SIP. Para além disso, a integração destes dois sistemas permite o rápido desenvolvimento de novos serviços devido ao conjunto de *enablers* existente e às diferentes interfaces normalizadas. No âmbito do projecto europeu C-MOBILE, foi desenvolvido um demonstrador que permitiu testar a arquitectura definida. Com este sistema integrado, conteúdos *MobileTV* ou o Web 2.0 passaram a ser distribuídos por grupos de utilizadores, de uma forma mais eficiente, utilizando canais unicast, *multicast* e

#### Referências

- [1] 3GPP TS 23.246 V6.12.0 (2007-06), *Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS), Architecture and functional description (Release 6)*
- [2] 3GPP TS 23.228 V5.15.0 (2006-06), IP Multimedia Subsystem (IMS) (Release 5)
- [3] F. Cabral Pinto, M. Knappmeyer, A. Al-Hezmi: *Signaling for IMS and MBMS Integration*; 17th ICT Mobile and Wireless Communications Summit, Stockholm, Sweden, June 2008
- [4] 3GPP TR 23.847 V1.0.0 (2007-02), *Study on Enhancements to IMS Service Functionalities Facilitating Multicast Bearer services (Release 8)*
- [5] <http://c-mobile.ptinovacao.pt/>
- [6] <http://www.youtube.com/istcmobile>
- [7] M. Sher, F. C. Gouveia, T. Magedanz, *IP Multimedia Subsystem (IMS) for Emerging All-IP Networks*, Encyclopedia of Internet Technologies and Applications, Mário Freire & Manuela Pereira (editors), Idea Group Inc. (publisher), 2006.

Filipe Cabral Pinto, licenciado em Engenharia Electrotécnica pela Universidade de Coimbra, com média final de 15 valores, concluiu o mestrado em telecomunicações, pela Queen Mary University of London, com a classificação final de *Distinction*. Actualmente investiga a utilização de informação de contexto na optimização de serviços *multicast*, no âmbito do Projecto Europeu C-CAST. Ao longo do seu percurso na PT Inovação desenvolveu actividades nos Projectos Europeus C-*Mobile*; B-BONE, EVEREST, OPIUM e NETGATE. Colaborou ainda no projecto e instalação de diversas redes de transmissão de dados.

António Videira, Licenciado em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho e Mestre em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Participa desde 2000 em diversos projectos na área de serviços e redes móveis na PT Inovação. Assumiu em 2004 a responsabilidade técnica pela plataforma de localização (Locacel) que suporta actualmente os serviços de localização da maior operadora de telecomunicações móveis em Portugal. Participou no projecto europeu C-*Mobile* e actualmente coordena os desenvolvimentos de serviços baseados em localização.

Hugo Cabral, licenciado em Engenharia Informática e Computação pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, desenvolveu actividades no departamento de Serviços e Redes Móveis na Portugal Telecom Inovação SA desde Março de 2004 até Março de 2008, nomeadamente no desenho, arquitectura e implementação de um Centro de Mensagens Multimédia (MMSC), na execução de aplicações para portais móveis (MWiPEP - i9), em processos de estatísticas de plataformas multimédia (DiNO e *Video Streaming*) e na colaboração no projecto Europeu C-*Mobile*. Actualmente desenvolve actividade no departamento de Desenvolvimento de Plataformas e Produtos, acumulando as funções já realizadas com a participação no desenvolvimento da plataforma de *Mobile Advertisement* e *Gateway* de Carregamentos.

João Miguel Gonçalves licenciou-se em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra em 2006 com média final de 15 valores. No mesmo ano foi admitido como bolseiro no Instituto de Telecomunicações em Aveiro, no âmbito do projecto europeu C-MOBILE. Em Junho de 2008 completou, com Distinção, o Mestrado em *Wireless Networks* pela Queen Mary University of London. Em Setembro de 2008 foi contratado a termo certo pela PT Inovação para integrar o projecto europeu C-Cast, tendo paralelamente iniciado o programa doutoral MAP-i.

# 03

## A Evolução da 3ª Geração Móvel, a Visão do 3GPP

palavras-chave:  
SAE, LTE, 3GPP, E-UTRAN,  
UMTS, EPC



Álvaro Gomes



Filipe Pinto



Pedro Neves



Carlos Silva  
(IT)

Para transportar uma nova geração de serviços móveis de banda larga o *3rd Generation Partnership Project* (3GPP) lançou o projecto *Long Term Evolution* (LTE) / *System Architecture Evolution* (SAE). A interface ar proposta para o LTE é significamente diferente da existente na actual 3ª geração. São usadas as tecnologias OFDMA no sentido descendente para obter débitos superiores a 100 Mbps e *Single Carrier*- FDMA no sentido

ascendente para conseguir débitos até 50 Mbps. O 3GPP propõe também uma nova arquitectura mais simplificada, completamente baseada em IP. Os novos Nós B (eNB, E-UTRAN *NodeB*) que também desempenham agora as funcionalidades de *Radio Network Controller* (RNC) estão directamente ligados à *Serving Gateway* (S-GW).



Figura 1 – A evolução do 3G

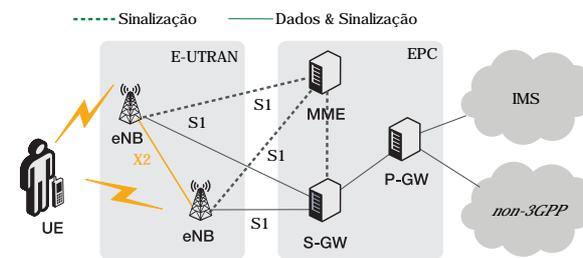


Figura 2 – Arquitectura LTE/SAE

### 1. Introdução

A última proposta do 3GPP consiste na evolução da rede de acesso rádio e da rede *core* de pacotes 3G designada por LTE/SAE. O trabalho desenvolvido pelo 3GPP nas comunicações móveis em geral e nas interfaces rádio em particular ao longo dos anos não deve condicionar o desenvolvimento de futuros sistemas. Nesse sentido o LTE/SAE tem o seu próprio caminho evolutivo (Figura 1). Não seguindo a evolução do WCDMA e HSPA, o LTE/SAE define *gateways* que interligam estas diferentes tecnologias. A interface rádio foi otimizada para transmissões em IP e não tem que suportar tráfego ISDN, ou seja, não tem como requisito o suporte aos serviços de comutação de circuitos que existia para o WCDMA.

O WCDMA, HSDPA, e até o HSPA, estão em operação comercial em quase todo o mundo. O que significa que a infra-estrutura HSPA já está instalada em milhares de *sites*, servindo milhões de utilizadores com terminais que suportam as diferentes versões do 3GPP que

têm vindo a ser introduzidas. A filosofia do 3GPP é continuar a evolução tecnológica do HSPA, mas garantindo, em simultâneo, a compatibilidade com os terminais já existentes. Este requisito de compatibilidade na evolução do HSPA condiciona a sua evolução tecnológica, que o LTE não tem [1].

Neste documento iremos abordar a nova arquitectura que é constituída pela *Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network* (E-UTRAN) e a *Evolved Packet Core* (EPC), esquematicamente representada na Figura 2. A parte da rede de acesso, designada por E-UTRAN [2], é composta apenas pela estação base, E-UTRAN *Node B* (eNB), que proporciona a interface rádio e é responsável pela gestão dos recursos rádio do sistema. Relativamente à rede de *core*, denominada por EPC [3], é composta por três entidades distintas: *Serving Gateway* (S-GW), actuando como uma âncora de mobilidade local para os *User Equipments* (UE); *Mobility Management Entity* (MME), cuja função é gerir os processos de mobilidade; e *Packet*

*Gateway* (P-GW), que permite a interligação da rede *core* com as redes externas, como a rede IP *Multimedia Subsystem* (IMS) [4] [5] ou redes de acesso *non-3GPP*. Informação detalhada sobre estas entidades será fornecida nas secções seguintes.

### 2. Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)

A E-UTRAN é composta pelos eNB que estão interligados através da interface X2 (Figura 2). Cada eNB está ligado à rede EPC via interface S1. No plano de utilizador (*user plane*), a interface S1 termina na *Serving Gateway* (S-GW), enquanto que no plano de controlo (*control plane*) a interface S1 termina no *Mobility Management Entity* (MME). Os eNB são os pontos de terminação para o *user plane* e *control plane* no sentido do UE na E-UTRAN.

Na concepção da E-UTRAN, os seguintes princípios foram tomados em atenção: separação lógica entre a rede de transporte e controlo (sinalização) e simplificação da divisão funcional ao nível das interfaces.

### 2.1. E-UTRAN Node B (eNB)

O eNB têm como funções principais as seguintes [2]:

- > Gestão dos recursos de rádio, com a implementação de funcionalidades como controlo de admissão, alocação dinâmica de recursos aos UE quer no sentido de *uplink*, quer no sentido de *downlink*, etc.;
- > Compressão e encriptação do cabeçalho IP das tramas provenientes do utilizador;
- > Selecção de um MME para o UE, quando nenhum MME é especificado na informação transmitida pelo UE;
- > *Broadcast* da informação proveniente do MME ou do centro de manutenção;
- > Estabelecimento de rotas para a informação proveniente do utilizador em direcção à S-GW;
- > Fazer/reportar medidas de parâmetros de rede.

Na Figura 3 apresenta-se esquematicamente a divisão funcional entre a E-UTRAN e a EPC, com as diversas entidades/funcionalidades que as constituem.

### 2.2. Interface Rádio

Nesta subsecção é apresentada, de forma resumida, a arquitectura protocolar da interface rádio da E-UTRAN para o *user plane* e *control plane*, bem como a camada física (PHY).

#### 2.2.1. User Plane e Control Plane

Na Figura 4 mostra-se a *stack* protocolar para o *user plane* e para o *control plane*. No *user plane* as subcamadas *Packet Data Convergence Protocol*(PDCP), *Radio Link Control*(RLC), *Medium Access Control*(MAC) executam, por exemplo, as funções de compressão de cabeçalhos, encriptação, escalonamento, *Automa-*

*tic Repeat Request*(ARQ) e *Hybrid Automatic Repeat Request*(HARQ).

No caso do *control plane*, as subcamadas RLC e MAC executam as mesmas funções que no caso do *user plane*. A sub-camada PDCP faz a protecção de integridade e encriptação. A sub-camada *Radio Resource Control*(RRC) executa, por exemplo, funções de mobilidade, controlo de medidas do terminal e controlo de portadoras. A camada *Non-Access Stratum* (NAS) é responsável pela autenticação e controlo de segurança.

#### 2.2.2. Camada Física (PHY)

A camada física definida para a U-TRAN é extremamente eficiente na troca de mensagens de controlo e de dados. Esta camada implementa técnicas que ainda são relativamente novas nas redes celulares: *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM); *Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA); *Single Carrier-Frequency Division Multiple Access*(SC-FDMA); e *Multiple Input, Multiple Output*(MIMO).

Os sistemas que implementam a técnica OFDM dividem a largura de

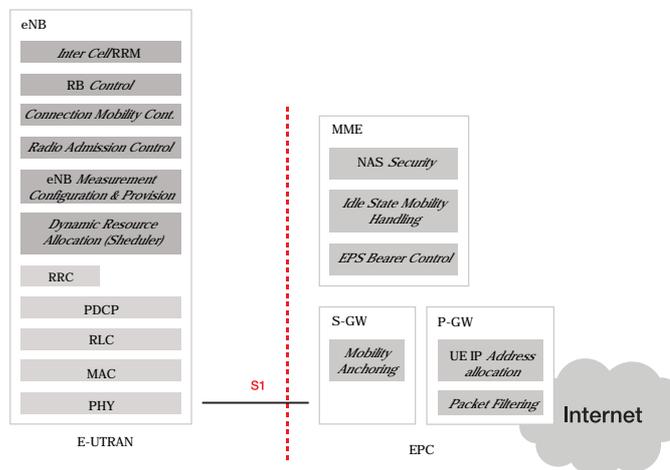


Figura 3 - Divisão Funcional entre a E-UTRAN e a EPC

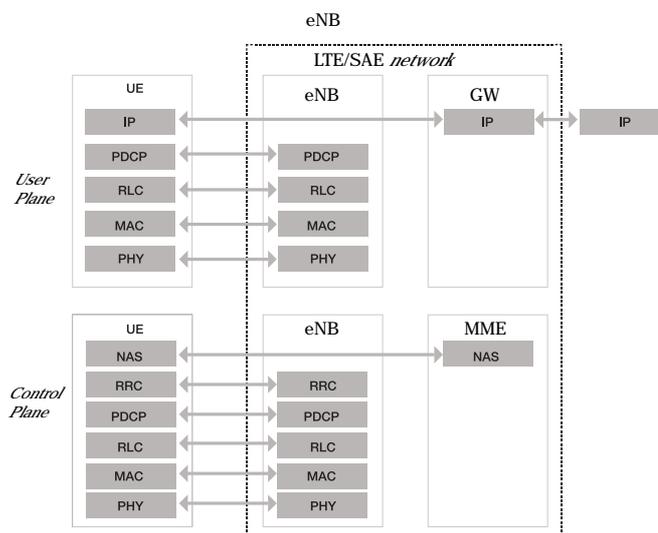


Figura 4 - Stack protocolar do *user plane* e *control plane*

banda disponível em várias sub-portadoras, escolhidas de modo a serem ortogonais entre si. O facto de serem ortogonais reduz a interferência entre elas, o que permite a transmissão da informação em fluxos paralelos. Assim, cada sub-portadora pode ser modulada usando diferentes tipos de modulação, por exemplo, QPSK, QAM, 64QAM, ou superior, dependendo da qualidade de sinal.

### Downlink

Na multiplexagem OFDMA, a cada utilizador é dado um número específico de sub-portadoras durante um tempo pré-estabelecido, os *Physical Resource Blocks* (PRB). Os PRB têm dimensões de tempo e frequência e são o recurso físico mais pequeno. A distribuição dos PRB é feita no eNB.

No sentido de *downlink*, o sinal consiste numa grelha tempo-frequência de recursos físicos<sup>1</sup> (Figura 5) onde cada elemento corresponde a uma sub-portadora durante um intervalo do símbolo OFDM.

No sentido de *downlink*, o sinal é distribuído pelos PRB disponíveis. Os PRB são formados por 84 elementos de recursos rádio (12 x 7), ou seja, 12 sub-portadoras, que perfazem uma largura de banda de 180 kHz, e 7 símbolos OFDM, que perfazem a duração um *slot* de tempo de 0.5 ms.

Cada elemento de recurso rádio pode ser modulado com QPSK, 16QAM ou 64QAM.

### Uplink

No sentido de *uplink*, a técnica de modulação usada é SC-FDMA. A principal vantagem desta técnica em relação à convencional OFDMA é o mais baixo *Peak-to-Average Power Ratio* (PAPR), sendo cerca

de 2 dB mais baixo. Isto é bastante importante, uma vez que permite poupar a bateria dos terminais móveis.

No sentido de *uplink*, e à semelhança do sentido inverso, a informação é mapeada numa constelação de símbolos, que pode ser QPSK, 16 QAM ou 64QAM, dependendo da qualidade do canal.

Porém, e ao contrário do que acontece no OFDMA, os símbolos QPSK/QAM não são directamente usados para modular as sub-portadoras; são sim sequencialmente colocados num conversor série/paralelo e depois num bloco onde se processa a transformada de Fourier (FFT) antes de serem transmitidos através da interface ar.

A Figura 6 [6] mostra mais claramente a diferença entre OFDMA e SC-FDMA.

A técnica OFDMA transmite 4 símbolos QPSK em paralelo, um por sub-portadora, enquanto que SC-FDMA transmite os mesmos 4 símbolos QPSK por séries, a uma velocidade quatro vezes superior, em que cada símbolo ocupa  $N \times 15$  kHz de largura de banda.

Na técnica OFDMA é a transmissão paralela de múltiplos símbolos que cria o indesejável alto PAPR. Transmitindo  $N$  símbolos de dados em séries  $N$  vezes superior à taxa de transmissão permite manter a mesma largura de banda ocupada no

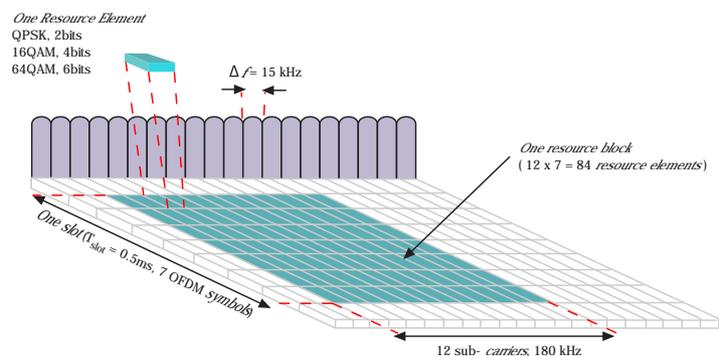


Figura 5 – Grelha tempo-frequência de recursos físicos no sentido *downlink*

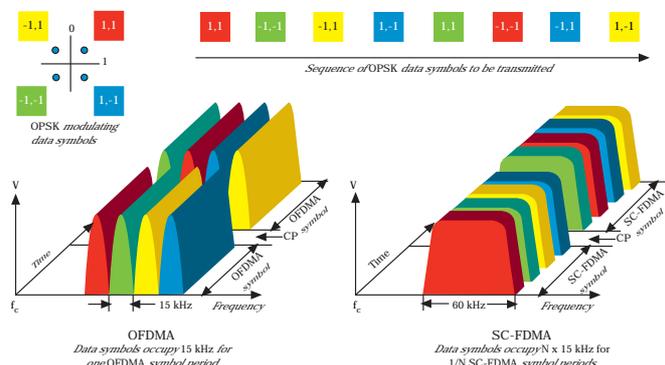


Figura 6 – Transmissão de uma sequência QPSK usando OFDMA e SC-FDMA

<sup>1</sup>Para MIMO existe uma grelha por cada antena.

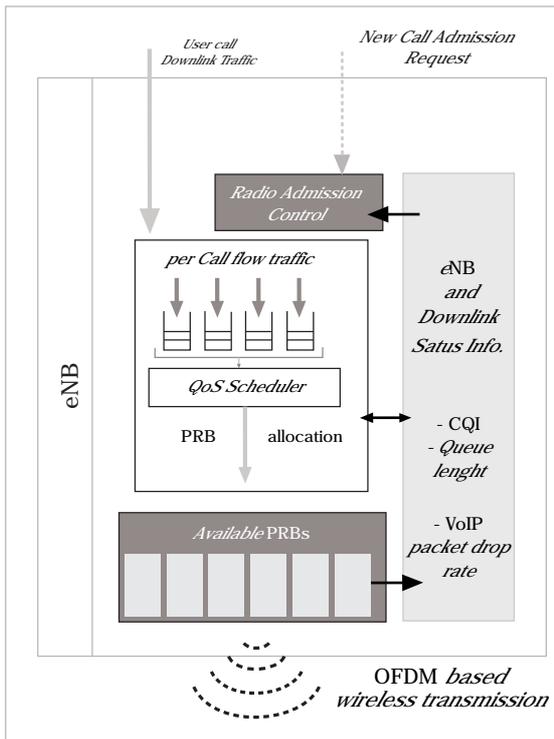


Figura 7 – Estrutura do eNB com diferentes filas

SC-FDMA e no OFDMA, porém o PAPR é mais baixo.

### 2.3. Sub-camada MAC

Nesta subsecção iremos abordar apenas a atribuição dos recursos rádio (PRB) que são da responsabilidade da sub-camada MAC.

A estrutura de gestão dos recursos dos eNB, como apresentado na Figura 7, consiste em 3 funções: *Radio Admission Control* (RAC), escalonamento feito na sub-camada MAC (*QoS Scheduler*) e manutenção da informação de estado. O RAC determina quais os novos pedidos de chamada que devem ser admitidos, o escalonador MAC atribui os PRB disponíveis, e a função de gestão da informação de estado colecta e armazena informações tais como as condições do *link wireless*, o tamanho das filas, taxa dos pacotes perdidos, etc..

Um dos princípios básicos do aces-

so rádio na tecnologia LTE é o uso de canais partilhados quer no sentido de *downlink*, *Downlink Shared Channel* (DL-SCH), quer no sentido de *uplink*, *Uplink Shared Channel* (UL-SCH), o que implica que os recursos tempo-frequência sejam dinamicamente partilhados pelos utilizadores nos dois sentidos. A atribuição dos recursos é feito pelo escalonador, que é parte da sub-camada MAC.

O escalonador de *downlink* determina, dinamicamente, em cada *Transmission Time Interval* (TTI) de 1 ms, quais os UE que devem receber a transmissão do DL-SCH e quais os recursos. O escalonador é também responsável por determinar o tamanho do bloco de dados, a modulação a usar e o mapeamento da antena (no caso MIMO). No sentido de *uplink*, as funções do escalonador são semelhantes, nomeadamente determinar dinamicamente, para cada TTI de 1 ms, quais

os terminais que vão transmitir informação para os seus UL-SCH e quais os recursos de *uplink* a serem usados [7].

A escolha de um algoritmo de escalonamento adequado é uma das chaves para adquirir uma boa *performance* no serviço fornecido. Dois algoritmos de escalonamento que podem ser implementados são *Round Robin* e *Best Channel*

### 3. Evolved Packet Core (EPC)

Esta secção pretende descrever a arquitectura EPC, definida pelo 3GPP, incluindo uma breve descrição das suas principais entidades funcionais e interfaces.

Para suportar o elevado tráfego IP nas redes 3G, o 3GPP tem vindo a efectuar estudos sobre como evoluir a sua rede de pacotes. Em complemento ao E-UTRAN, o EPC pretende evoluir a rede *General Packet Radio Service* (GPRS) de forma a aumentar o seu desempenho. Assim, o EPC tem como objectivo desenvolver uma estrutura que possibilite optimizar a rede de pacotes do 3GPP para que suporte débitos mais elevados, com menores períodos de latência. As entidades definidas no EPC pretendem ainda acomodar diferentes sistemas de acesso, tais como Wi-Fi [8], WiMAX [9] ou *legacy* 3GPP, permitindo a mobilidade entre estes sistemas, de forma transparente para o utilizador.

A Figura 8 apresenta os novos blocos desenvolvidos pelo 3GPP para evoluir a actual rede UMTS, conhecidos como *Evolved Packet System* (EPS). O EPS é composto pela rede de *core*, denominada EPC [10], e pela rede de acesso, denominada E-UTRAN.

Para demonstrar a relação existente entre a EPS e a arquitectura UMTS, a Figura 8 apresenta também alguns blocos da tradicional arquitectura UMTS, nomeadamente a rede de acesso UTRAN, a rede de pacotes,

conhecida como *Packet Switch* (PS), e a rede de circuitos, designada *Circuit Switch* (CS). Está também representada a rede IP *Multimedia Subsystem* (IMS), interligada com todas as redes de *core* representadas, permitindo o acesso às redes IP e à rede telefónica (PSTN).

Uma das entidades mais importantes do EPS, e nomeadamente da EPC, é a *Mobility Management Entity* (MME), que tem como principal função a gestão da mobilidade dos terminais, tanto em modo *idle* como em modo *active*. Para suportar os mecanismos de mobilidade inter-3GPP e permitir a comunicação com o SGSN foi definida a interface S3. O MME é o nó central de controlo para a rede de acesso LTE. Isto significa que o MME tem a seu cargo a gestão das sessões, executando toda a sinalização necessária para a criação dos canais, assegurando os requisitos de Qualidade de Serviço (QoS). Para além da gestão das sessões, o MME é a entidade encarregue da autenticação dos UE, autorização de acessos e criação de identificadores temporários, utilizando para o efeito a interface S6 com o *Home Subscriber Server* (HSS). É também a entidade responsável pela negociação dos algoritmos usados para garantir a confidencialidade e a integridade da informação. O MME é uma entidade dedicada exclusivamente à sinalização não tendo qualquer relação com o tráfego de dados, permitindo a separação das entidades dedicadas à sinalização e ao tráfego de pacotes de dados. A comunicação com a rede LTE, nomeadamente com o eNB, é efectuada através da interface S1-C.

A EPC é ainda composta pelo *Serving Gateway* (S-GW) actuando como uma âncora de mobilidade local. Isto significa que à medida que os terminais se deslocam, o S-GW encaminha os pacotes de e para o eNB que está a servir o UE, através da interface S1-U. A inter-

face S1-U é exclusivamente dedicada à troca de dados entre o eNB e o S-GW. O S-GW é também responsável pela mobilidade entre diferentes tecnologias 3GPP, tais como GSM, GPRS e UMTS, utilizando para o efeito a interface S4 com o SGSN. Contrariamente ao MME, o S-GW suporta dados e sinalização. Se necessária, a comunicação entre o S-GW e o MME é efectuada através da interface S11. Para além da S-GW, o EPC define também a *Packet Gateway* (P-GW). Este gateway faz a interface com as redes externas, ou seja, permite a ligação de um UE, por exemplo, à Internet ou à rede telefónica tradicional (PSTN), através da interface Sgi. O P-GW é também responsável por um conjunto de

funções relativas ao mundo IP: atribui endereços, faz a classificação e *routing* de pacotes, e aplica as regras recebidas do *Policy Control and Charging Function* (PCRF). Adicionalmente, funciona como uma âncora de mobilidade para redes de acesso *non-3GPP*, como por exemplo Wi-Fi e WiMAX, utilizando a interface S2. A comunicação entre ambas as *gateways*, S-GW e P-GW, é feita através da interface S5. Relativamente à localização das *gateways*, podem ser desenvolvidas em elementos físicos distintos, ou no mesmo elemento de rede, dependendo dos cenários seleccionados.

Finalmente, o PCRF é responsável pelo controlo do uso dos canais. As

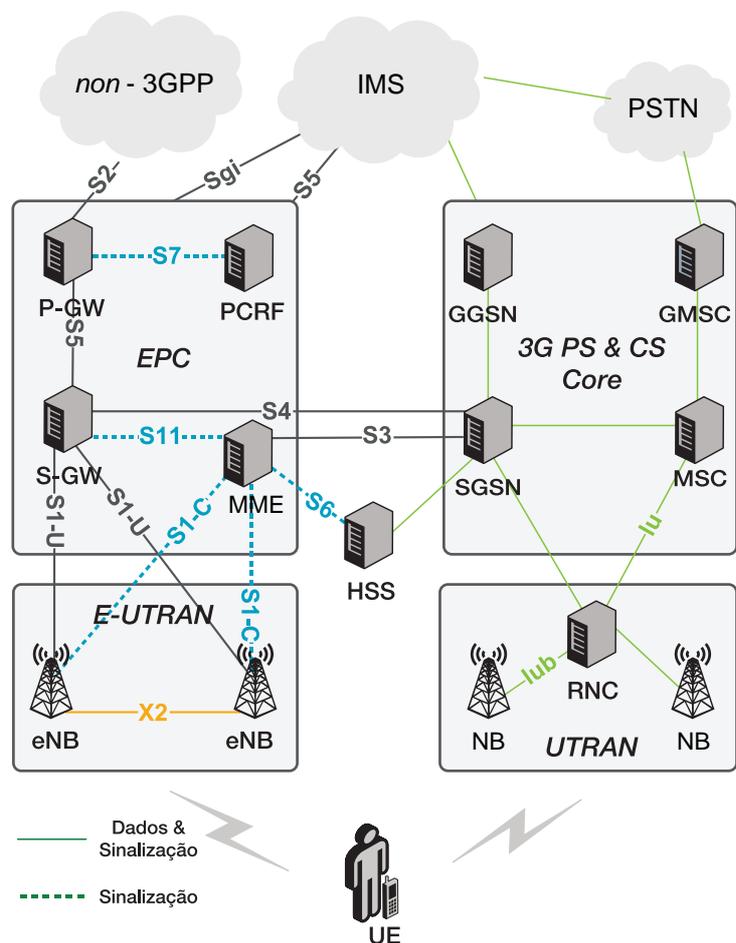


Figura 8 – Arquitectura EPS e UMTS

decisões tomadas pelo PCRF são depois postas em prática pelo *Policy and Charging Enforcement Point* (PCEP) localizado na P-GW. A comunicação entre o PCRF e o PCEP é realizada através da interface S7. Para além disso, o PCRF é também responsável pela tarifação.

#### 4. Conclusões

Neste artigo foram descritas as principais características e funcionalidades de um novo sistema *wireless* proposto pelo 3GPP o LTE/SAE. Com uma rede de acesso rádio (E-UTRAN), que agrega numa mesma entidade toda a responsabilidade de gestão e controlo dos recursos rádio, são simplificados os processos de implementação e gestão do sistema. Por outro lado, a utilização de novas tecnologias na rede de acesso, por exemplo OFDM, permitem reduzir a interferência e melhorar significativamente a *performance* e a capacidade do sistema. A introdução na nova rede *core* (EPC) dá o salto definitivo para o *all-IP*, cortando as amarras com os velhos sistemas baseado em comutação de circuitos, simplificando também deste modo a arquitectura e optimizando o desempenho na comutação de pacotes. A nova arquitectura e interface rádio pretendem essencialmente dar resposta às necessidades crescentes dos utilizadores, maior cobertura a maiores débitos, bem como diminuir os custos de *Capital Expenditure* (CAPEX) e *Operational Expenditure* (OPEX) dos operadores, de modo a garantir a competitividade e o sucesso comercial do sistema.

#### Referências

- [1] Erik Dahlman et al., *3G Evolution: HSPA and LTE for Mobile Broadband*, Elsevier, 2007
- [2] 3GPP TS 36.300 v8.4.0 (2008-03), *Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)*, Overall Description; Stage 2 (Release 8)", 3GPP, 2008.
- [3] 3GPP TR 23.882 v1.15.0 (2008-02), *3GPP System Architecture Evolution: Report on Technical Options and Conclusions (Release 7)*, 3GPP, 2008.
- [4] 3GPP TS 23.228 v8.5.0 (2008-06), *IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2 (Release 8)*, 3GPP, 2008.
- [5] 3GPP TS 23.417 v7.0.0 (2007-12), *Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); IP Multimedia Subsystem (IMS); Functional Architecture (Release 7)*, 3GPP, 2007.
- [6] Moray Rumney, *3GPP LTE: Introducing Single-Carrier FDMA*, Agilent Measurement Journal
- [7] Sunggu Choi et al., *MAC Scheduling Scheme for VoIP Traffic Service in 3G LTE*, IEEE, 2007
- [8] IEEE 802.11-2007, *IEEE Standard for Information Technology: Local and Metropolitan Area Networks; Part 11: Wireless LAN Medium Access Control and Physical Layer specifications*, IEEE Standard 802.11-2007, 2007.
- [9] IEEE 802.16e-2005, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks; Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems; Amendment 2: Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands*, IEEE Standard 802.16e-2005, Fevereiro 2006.
- [10] 3GPP TS 23.401 V8.2.0 (2008-06) *General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access (Release 8)*

Álvaro Gomes é licenciado em Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, pertence ao quadros da Portugal Telecom desde 1981, trabalha actualmente no departamento IAD (Investigação Aplicada e Difusão do Conhecimento) da PT Inovação. Desde 2000 que o seu trabalho de investigação está focado nas redes móveis 3G e B3G (*Beyond 3G*), nomeadamente interface rádio e gestão de recursos rádio (RRM), tendo participado nos seguintes projectos IST: SHUFFLE(2000), SEACORN(2002), EVEREST(2004), WINNER(2005), AROMA(2006-07) e WEIRD(2008). Na área da consultoria desenvolveu as seguintes actividades: avaliação da qualidade rede UMTS na área de Aveiro para a TMN (2004), avaliação do estado da arte das tecnologias de acesso sem fios (BWA) para a PTC (2005) e Femto células (2008), Menção honrosa do concurso "Fórum de Ideias" com o projecto "*FootPrint*" (2006). É formador nos cursos da PT Inovação para o UMTS.

Filipe Cabral Pinto, licenciado em Engenharia Electrotécnica pela Universidade de Coimbra, com média final de 15 valores, concluiu o mestrado em telecomunicações, pela Queen Mary University of London, com a classificação final de *Distinction*. Actualmente investiga a utilização de informação de contexto na optimização de serviços *multicast*, no âmbito do Projecto Europeu C-CAST. Ao longo do seu percurso na PT Inovação desenvolveu actividades nos Projectos Europeus C-*mobile*, B-BONE, EVEREST, OPIUM e NETGATE. Colaborou ainda no projecto e instalação de diversas redes de transmissão de dados.

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

Carlos Silva terminou a licenciatura em Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2005. Iniciou a sua actividade profissional na Siemens SA como *developper* na área de sistemas embutidos. Desde Fevereiro de 2006 é bolseiro de investigação no Instituto de Telecomunicações (pólo de Aveiro), na área de redes B3G. Participou no projecto europeu WINNER (2006-2007) na área de aplicações e qualidade de serviço. Actualmente é responsável por uma tarefa no projecto europeu FUTON, cuja função passa por definir a arquitectura da gestão dos recursos rádio em ambientes heterogéneos. Os seus actuais interesses prendem-se com a gestão de recursos rádio em ambientes onde diversas redes *wireless* coexistem, nomeadamente em algoritmos de controlo de admissão e de gestão de carga.

## Evolução de Tecnologias de Transporte em Redes de Agregação/Metro

palavras-chave:  
migração de redes circuitos para redes pacotes; soluções técnicas de transporte para segmento de agregação/metro; MPLS, PBT, T-MPLS; *Carrier Ethernet Transport*; decisão estratégica para evolução de produtos NetB@nd



António Gamelas

O presente artigo baseia-se no documento “Evolução de tecnologias de transporte em redes de agregação/metro” [1], elaborado pela PT Inovação, para efeitos de investigação e suporte de novos produtos a desenvolver para a evolução do *portfólio* da linha NetB@nd, no sentido de concretizar a transição estratégica para uma arquitectura plenamente baseada na comutação de pacotes. Dentro deste contexto, o artigo efectua uma análise muito sucinta das soluções tecnológicas actualmente existentes no mercado para o nível de transporte, com especial incidência sobre as mais recentes *Provider Backbone Transport* (PBT) e *Transport-MPLS* (T-MPLS), para além da já implementada e adoptada por diversos operadores, *MultiProtocol Label Switching* (MPLS).

Para os mais interessados, uma consulta ao documento acima mencionado permitirá aceder a uma descrição bastante detalhada, não apenas em termos de características técnicas dessas soluções, mas também em termos de quadros comparativos que permitem avaliar o grau de inovação e/ou antever o seu desempenho operacional. Adicionalmente, procura-se também saber

até que ponto estas soluções vêm dar resposta a algumas questões que preocupam operadores, entre os quais não pode deixar de se inserir obviamente a Portugal Telecom, bem como fabricantes. Para tal, e para além da referida análise tecnológica, são também elaborados e estudados os *business cases* associados, nos quais se inclui, como factor determinante, o estado de normalização de cada uma. Para além disso, são ainda apresentadas as visões de alguns dos fabricantes particularmente envolvidos no processo, bem como um resumo dos cenários e conclusões de uma sessão alargada de testes que englobou todas as tecnologias.

No final, são tecidas algumas considerações acerca do que parece ser a tendência global do sector, bem como da posição que eventualmente melhor poderá servir os interesses da PT Inovação, naquela que constitui uma das decisões estratégicas que influenciará indubitavelmente, a médio prazo, a orientação do desenvolvimento de produtos para a camada de transporte das Redes de Próxima Geração.

## 1. Introdução

Durante a última década, e refletindo a tendência para a substituição das redes de comutação de circuitos pelas redes de comutação de pacotes, o conceito básico que tem estado por trás da evolução das redes e serviços de telecomunicações é o tão apregoado conceito de *all-IP*.

Como suporte a estas redes convergentes, surgiram algumas soluções técnicas para o nível do transporte, nomeadamente o MPLS. No entanto, a introdução da tecnologia MPLS como nova tecnologia de transporte de pacotes tem vindo a ser por vezes afectada por um certo receio patentado pelos operadores, particularmente no que diz respeito à passagem de serviços tradicionalmente suportados pelas redes PSTN. Os motivos para essa desconfiança têm a ver com o facto desta complexa tecnologia não proporcionar o tão pretendido fácil reaproveitamento de conhecimentos e de modos de operação adquiridos no passado.

De facto, o MPLS pode conduzir a configurações e obrigar a tomadas

de decisão muito complexas, que podem levar a situações indesejáveis.

Ao incidir a sua atenção apenas no nível de transporte em vez de pretender cobrir também aspectos aplicacionais, o T-MPLS aparece como uma aproximação mais simples do que o IP/MPLS, através da utilização de um número restrito de funcionalidades.

Dentro deste contexto, a Ethernet está também a granjear cada vez maior credibilidade como solução alternativa, bastando para tal recordar que 95% do tráfego total de dados que se espera vir a ter um incremento considerável nos próximos anos, tem origem, ou termina, em Ethernet. No entanto, as primeiras soluções alcançadas e ensaiadas trouxeram a nu algumas debilidades da Ethernet como tecnologia de transporte, especialmente em termos de tempos de restauro, escalabilidade, robustez/protecção, segurança e capacidades de OAM (*Operation And Management*).

Torna-se imperioso reconhecer que,

antes de a Ethernet poder ser adoptada como tecnologia de rede, naquela que o MEF (*Metro Ethernet Forum*) designou por *Carrier Ethernet Transport* (CET), deverá cumprir os critérios de qualidade exigidos pelos operadores para oferta dos seus serviços. Por outras palavras, deve apresentar um desempenho pelo menos semelhante ao que é actualmente oferecido pelas tecnologias de transporte dominantes (por exemplo: SDH).

Este é o motivo pelo qual a Ethernet, na sua quarta década de existência, tem vindo a ser objecto de tantas tentativas de melhoramento traduzidas através da elaboração de novos *standards*. De facto, tal como indicado mais adiante, soluções como VLAN (*Virtual Local Area Network*) *tag switching*, PB (*Provider Bridge*), PBB (*Provider Backbone Bridge*), e PBB-TE/PBT (*Provider Backbone Bridge-Traffic Engineering/Provider Backbone Transport*), têm vindo a ser trabalhadas no sentido de resolver os problemas identificados. Enquanto este trabalho não estiver terminado, a Ethernet

não pode ser encarada como solução cabal e credível em termos de tecnologia de transporte.

## 2. Enquadramento

Os serviços baseados na tecnologia *packet-switched*, numa forma global, podem ser transportados por um conjunto bastante alargado de tecnologias/infra-estruturas físicas, tais como fibra, OTN/WDM (*Optical Transport Network/Wavelength Division Multiplexing*), PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*), SDH / SONET (*Synchronous Digital Hierarchy / Synchronous Optical Network*), ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), xDSL (*Digital Subscriber Line*), PON (*Passive Optical Network*), soluções rádio, soluções de transporte Ethernet designadas por nativas incluindo a emergente PBT (*Provider Backbone Transport*), ou ainda soluções baseadas em MPLS (*Multi Protocol Label Switching*), incluindo a emergente T-MPLS (*Transport MPLS*), bem como outras.

A tabela 1 pretende sistematizar as soluções mais em foco na actualidade, com o intuito de indicar sucintamente as suas características técnicas, bem como os respectivos benefícios e limitações de algumas delas, com especial incidência sobre as mais recentes.

Para uma mais fácil abordagem, as soluções foram divididas em dois ramos de transporte distintos: o baseado em soluções Ethernet nativas e o baseado nas restantes soluções, sendo consideradas nestas últimas as que aparecem como herança das tecnologias associadas à comutação de circuitos e outras tendo por base a tecnologia MPLS.

## 3. Soluções de Transporte de Serviços de Pacotes

Nesta secção são referidos de uma forma muito genérica os aspectos tecnológicos que caracterizam as soluções que se antevêm como mais promissoras para a rede de transporte: MPLS, PBT e T-MPLS. Para os interessados numa consulta

mais profunda, ver documento [1].

### 3.1. MPLS

A solução MPLS assenta em termos de *stack* protocolar na operação de protocolos de sinalização e de protocolos de *routing*; em que os protocolos de sinalização incluem o MPLS e respectivos protocolos associados, p. ex., LDP (*Label Distribution Protocol*) e RSVP (*Resource Reservation Protocol*), ou uma extensão do próprio MPLS, o GMPLS (*Generalized MPLS*), enquanto que os de *routing* englobam protocolos diversos, tais como o OSPF (*Open Short*

*est Path First*), o ISIS (*Intermediate System to Intermediate System*), ou o BGP (*Border Gateway Protocol*).

Em termos de operação, quer para redes baseadas unicamente em IP, quer para redes baseadas em MPLS, que fazem uso de versões com funcionalidades adicionais, o objectivo primordial dos protocolos de *routing* é o da troca de informação entre *routers*, de forma a anunciar a conectividade de cada um, contribuindo como tal para a disseminação da topologia da rede em termos de elementos constituintes e respectiva

Transporte de Serviços	baseado em soluções Ethernet nativas	VLAN
		PB (Q in Q)
		PBB (MAC in MAC, PWE (Pseudo-Wire Emulation))
		PBB-TE (PBT)
	sobre outras soluções	NG-PDH ( <i>New Generation - Plesiochronous Digital Hierarchy</i> )
		NG-SDH/SONET ( <i>New Generation SDH/SONET</i> )
		MPLS (PWE3, VPLS ( <i>Virtual Private LAN Service</i> ), H VPLS ( <i>Hierarchical VPLS</i> ))
		T-MPLS

Tabela 1 – Sistematização de soluções para o transporte de serviços de pacote

interligação, permitindo a construção de tabelas de encaminhamento, o que sucede por exemplo, em situações de arranque, até que uma fase de convergência seja atingida.

Os protocolos de sinalização apareceram numa fase posterior tendo como objectivo a criação de ligações lógicas, a que se deu o nome de *Label Switched Paths* (LSP), no sentido de individualizar fluxos de pacotes.

Desta forma, o MPLS apareceu como uma solução tecnológica inovadora para transporte, baseada numa nova forma de encaminhar tráfego em que, ao contrário do encaminhamento tradicional, é introduzido o conceito de fluxo transportado num determinado LSP.

Os LSP também podem ser agrupados em fluxos de tráfego mais alargados, designados por *Forward Equivalence Classes*, FEC ou CoS na Figura 1 que representa o formato da trama MPLS, os quais se encontram associados a conjuntos de ligações lógicas com uma característica comum, entre equipamentos ou redes.

Em resumo, o conceito básico da implementação de redes baseadas em MPLS consiste no facto de permitir que os operadores passassem a obter um melhor desempenho e um melhor controlo da sua rede, o que por vezes até nem se verifica na prática, face ao carácter excessivamente autónomo e complexo em termos operacionais que a rede passa a patentear em certas situações. Esse melhor desempenho deveria traduzir-se na possibilidade de estabelecimento de caminhos lógicos (LSP) com largura de banda reservada, e com garantia de QoS. A par da possibilidade de definição e fácil implementação de VPN, este é o grande benefício esperado com a introdução do MPLS nas redes de pacotes.

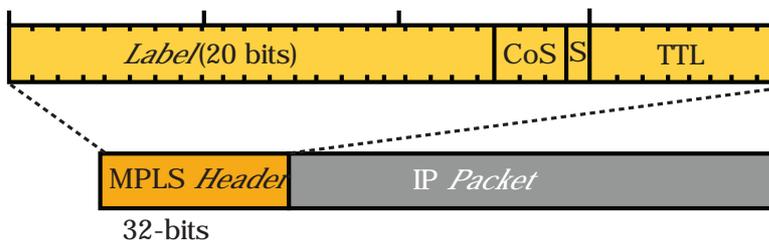


Figura 1 - Formato da trama MPLS

Em termos de normalização, o MPLS encontra-se perfeitamente estabilizado, mas apresenta algumas limitações, sendo uma delas precisamente a gestão da largura de banda na rede, i.e., o MPLS não tem um procedimento específico para solicitar alterações. Este pormenor torna-se particularmente relevante quando a evolução dos níveis inferiores de transporte, tais como o DWDM e a comutação óptica, passam a oferecer aos operadores a possibilidade de alterar a largura de banda de um determinado *link*.

O protocolo de sinalização GMPLS, que se encontra em fase de normalização, apareceu então como uma extensão do MPLS, no sentido de proporcionar os mecanismos necessários para o controlo, não apenas de *routers*, mas também de sistemas DWDM, *Add/Drop Multiplexers* (ADM), *cross-connects* fotónicos, etc.. Ou seja, com o GMPLS os operadores passarão a poder efectuar o tal provisionamento dinâmico de recursos, a par de funcionalidades adicionais, tais como a necessária redundância para a implementação de vários mecanismos de protecção e de restauro.

### 3.2 PBT

O documento [1] contém um conjunto de informação detalhada acerca das características das redes Ethernet que limitam a sua topologia, por exemplo, aprendizagem do endereço dos comutadores adjacentes e prevenção de *loops*, bem como os mecanismos subjacentes, tais como

*floodinge address learning*.

Adicionalmente, contém ainda um breve historial das denominadas soluções Ethernet nativas, anteriores ao aparecimento do PBB-TE aka PBT, incluindo todos os melhoramentos que foram sendo introduzidos ao longo do tempo nas diversas soluções, os prós e contras de cada uma, bem como diversos cenários de implementação.

A Figura 2 evidencia precisamente a evolução global do formato da trama Ethernet até à solução PBB, passando pela solução VLAN e PB, que acaba por constituir uma consequência directa dos melhoramentos introduzidos.

Embora toda esta evolução tenha melhorado consideravelmente o desempenho das redes Ethernet, muitos dos mecanismos e características originais tais como, por exemplo, a natureza *connectionless* (CL), *flooding* de endereços e a utilização dos protocolos para detecção de *loops*, continuavam presentes e contribuíram, de forma notória, para o facto de a Ethernet não alcançar reconhecimento dos operadores para efeitos de qualidade de serviço em termos de transporte.

Por outro lado, os próprios mecanismos introduzidos no sentido de ultrapassar algumas limitações mais evidentes estavam a fazer com que a Ethernet começasse a perder o

seu maior atractivo inicial: a simplicidade de utilização.

Dentro deste contexto, a tecnologia PBB-TE (ou apenas PBT) apareceu como modelo operacional alternativo, baseado na simplificação de mecanismos, em que se procura reutilizar o mais possível as bases da tecnologia Ethernet já existentes, mas introduzindo técnicas susceptíveis de resolver os problemas dos operadores, por exemplo, os relacionados com escalabilidade, fiabilidade e modo de operação da rede.

Precisamente no sentido de endereçar este último aspecto, a característica mais relevante da tecnologia PBT é a de ter sido concebida para operar numa rede do tipo *connection-oriented*(CO) com comutação realizada por meio de Ethernet *switches*, o que vem ao encontro da velha pretensão relacionada com uma operação da rede muito semelhante às redes actuais, por exemplo, SDH / SONET.

As redes PBT foram concebidas para substituírem as redes PBB, em-

bora possam operar em paralelo. No entanto, alguns dos antigos mecanismos não são utilizados pelos equipamentos da rede de *backbone*, p. ex., *MAC learning, flooding / broadcasting* e protocolos RSTP / MSTP (*Rapid / Multiple Spanning Tree Protocol*), para detecção de *loops*.

Em sua substituição, no transporte de L2VPN (*Layer 2 Virtual Private Network*) são utilizadas ligações ponto-a-ponto conhecidas por túneis, os quais são concretizados através da reutilização do cabeçalho da trama PBB, mas com valores específicos. Com este modo de operação, pretende-se utilizar a engenharia de tráfego de forma mais eficaz, no sentido de melhorar a capacidade da rede, e de tornar a sua operação mais determinística e mais simples.

O aprovisionamento dos túneis é efectuado por um sofisticado sistema de gestão externo. A dependência bastante acentuada neste sistema de gestão é mesmo apontada como o principal obstáculo para a introdução e disseminação do PBT.

A figura 3 denota o formato da trama do *standard* inerente à solução PBT, o qual mantém inalterado no seu interior o formato da trama PBB, acrescentando-lhe no entanto alguns novos campos que servem para a identificação dos túneis.

### 3.3. T-MPLS

O *Transport MPLS* (ou T-MPLS) constitui uma nova solução derivada do MPLS em que, face à bem conhecida complexidade desta última, a intenção foi a de simplificar a implementação da rede, tendo para tal sido feita a remoção de tudo o que não se relaciona com uma configuração CO, começando por excluir completamente a possibilidade de configurações do tipo CL. Desta forma, espera-se chegar a uma tecnologia que seja muito mais simples em termos de modelo de arquitectura e de operação e manutenção, de forma a vir ao encontro das pretensões dos operadores.

Em termos mais concretos, e à semelhança do que já foi referido para o PBT, em que a configuração CO também é a característica domi-

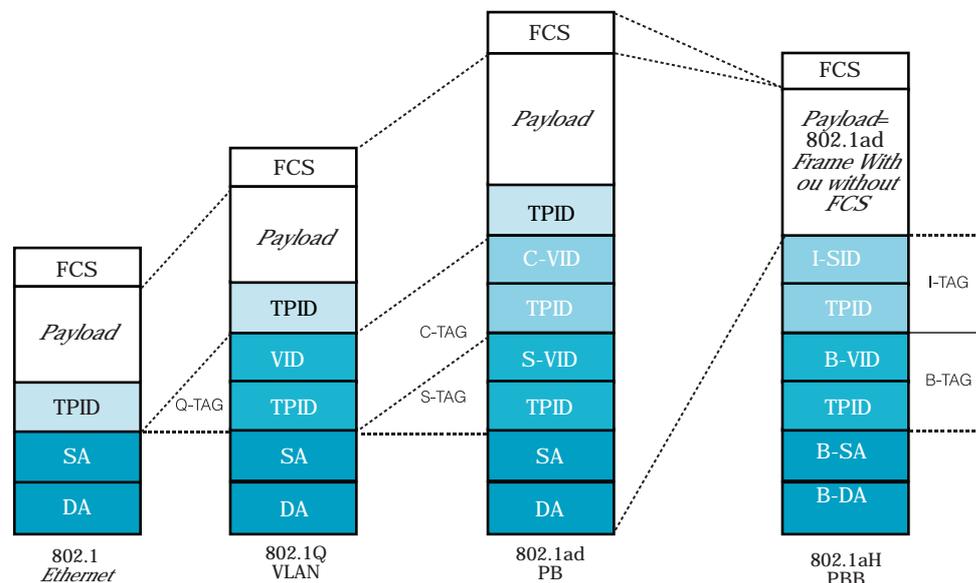


Figura 2 – Evolução global do formato da trama Ethernet

nante, este tipo de operação também é conseguido através da criação de túneis, i.e., ligações ponto-a-ponto estaticamente aprovisionadas por via externa a partir de um centro de gestão, traduzindo-se este aprovisionamento num processo bastante trabalhoso. Para tal, ambos os tipos de tecnologia utilizam o mesmo cabeçalho da trama da tecnologia em que se baseiam, i.e., PBB, no caso do PBT, e MPLS, no caso do T-MPLS, mas fazendo uso de valores específicos.

Para atingir este objectivo primordial, é utilizado um número reduzido de comandos, de uma forma tal que o T-MPLS pode ser encarado como um *subset* CO, ou um *profile* específico, das RFC do IETF, ou das recomendações ITU-T da série G.8110 / Y.1370 [2] que definem o MPLS.

O T-MPLS foi concebido no sentido de constituir um nível de rede diferente do associado ao MPLS. O objectivo é o de operar o T-MPLS utilizando um *codepoint* do MPLS, tornando deste modo desnecessária a criação de novos *codepoints*; uma vez que não se pretende interacção entre *layers*.

No entanto, o T-MPLS utilizará o mesmo *data-link protocol* (por exemplo *EtherType*), o mesmo formato de trama e a mesma semântica de *forward* que os utilizados no MPLS.

A fim de concretizar a anunciada simplificação em relação ao MPLS, o T-MPLS não faz uso de diversos mecanismos, por exemplo, PHP (*Penultimate Hop Pop*), LSP *merging* e ECMP (*Equal-Cost Multipath*). Por outro lado, define caminhos de *backup* alternativos em caso de falha, continuando a utilizar mecanismos de OAM associados à monitorização de túneis para efeitos de detecção de falhas e de subsequente restauro para o caminho alternativo. Todos estes mecanismos, bem como a

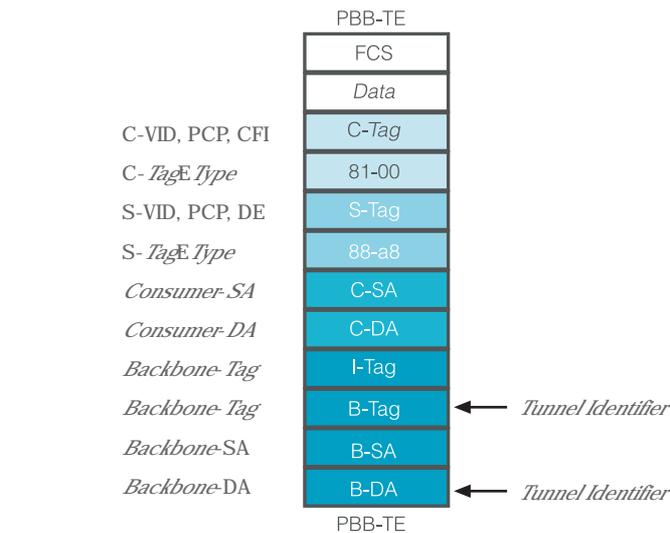


Figura 3 – Formato da trama IEEE 802.1Qay – Provider Backbone Transport

arquitectura da solução, baseiam-se tanto quanto possível em normas já definidas para o MPLS, nas quais se introduziram ligeiras alterações.

**4. O factor Engenharia de Tráfego**  
O PBT e o T-MPLS constituem as mais recentes tecnologias propostas para a evolução da rede de transporte, e proporcionam funcionalidades associadas à engenharia de tráfego susceptíveis de proporcionar os requisitos necessários à implementação dos serviços avançados de *real-time*, que se vislumbram para um futuro próximo. Esta facilidade de manuseamento da engenharia de tráfego, segundo os moldes tradicionais, constitui um dos factores mais apelativos destas tecnologias, sob a perspectiva dos operadores.

De facto, os mecanismos de aprendizagem automática da Ethernet, bem como o mecanismo de *routing* de *label-switched paths* do MPLS, impedem o controlo directo dos fluxos de tráfego ao longo da rede. De forma a proporcionar a engenharia de tráfego pretendida pelos opera-

dores para as Redes de Próxima Geração, quer a solução PBT, quer a solução T-MPLS são obrigadas a ultrapassar esta configuração automática e conseguem-no através da simplificação dos mecanismos associados às tecnologias Ethernet nativas, ou à tecnologia MPLS, procedendo mesmo em muitos dos casos à sua remoção.

A título ilustrativo, uma das vantagens da engenharia de tráfego, manuseada da forma tradicional, reside precisamente na capacidade de recuperação de situações de mau funcionamento, i.e., ao permitir caminhos de *backup* aprovisionados de antemão através da rede, o T-MPLS e o PBT melhoram de forma significativa o processo de restauro. O resultado da melhoria é de tal ordem de grandeza, que tempos da ordem dos 50 microsegundos passam a ser possíveis em redes baseadas em tecnologias de comutação de pacotes, semelhantes aos das redes baseadas em tecnologias de comutação de circuitos. No entanto, tempos semelhantes começam também a ser susceptíveis de serem

obtidos com o MPLS, através da utilização de processadores bastante mais rápidos disponíveis hoje em dia. Este facto permite minimizar os efeitos de falhas causadas no cliente em serviços sensíveis a tempos de resposta, por exemplo, VoIP e IPTV.

Ainda na mesma linha, as métricas envolvidas em algoritmos de *routing*, ou os cálculos efectuados com os resultados dos protocolos do tipo *Spanning Tree*, levam a que certos caminhos sejam seleccionados muito mais vezes em detrimento de outros. À medida que a utilização da rede aumenta, este facto pode conduzir a situações de sobrecarga de alguns *links*, enquanto outros permanecem subutilizados. Um dos objectivos da engenharia de tráfego é de minimizar este problema, através do balanceamento da utilização dos recursos da rede. Adicionalmente, permite também, a um operador de serviços, a criação de diversidade em termos de encaminhamento, o que minimiza o risco de que a falha de um único *link*, ou de que um único elemento de rede, provoque a interrupção simultânea do caminho principal, ou primário, e do caminho de *backup* ao longo da rede.

Por último, e tal como já foi também anteriormente referido noutras secções, a engenharia de tráfego permite a continuação da operação da rede segundo modelos familiares para o operador, evitando deste modo grandes investimentos em termos de formação para os recursos humanos.

## 5. Conclusões

O presente artigo descreve sucintamente as novas soluções tecnológicas PBT e T-MPLS para a rede de transporte, as quais têm sido objecto de normalização nos tempos mais recentes.

Ambas as soluções, PBT e T-MPLS, vêm de encontro aos requisitos de

evolução suave pretendida pelos operadores, nomeadamente ao possibilitarem modos de operação da rede do tipo *connection-oriented*. Tal não parece ser possível com a solução MPLS nativa, face à sua complexidade e à consequente necessidade de aquisição de conhecimentos por parte das equipas operacionais, pelo menos em certos cenários de desenvolvimento da rede.

Deste modo, a solução MPLS, que parece constituir a solução mais apropriada para o segmento de *core*, não o é para o segmento de agregação/metro, no qual a escolha deverá vir a ser feita entre a sua derivada, T-MPLS, e a última evolução das soluções Ethernet nativas, o PBT.

Nota final:

Gostaria de agradecer ao meu colega Jorge Carapinha o tempo dispendido na ajuda a desbravar o difícil terreno que constitui o MPLS.

## Referências

- [1] António Gamelas, *Evolução de tecnologias de transporte em redes de agregação/metro*, PT Inovação, Maio 2008
- [2] ITU-T Recommendation G.8110/Y.1370 *MPLS layer network architecture*

António José Leite Gamelas, licenciado em Engenharia Electrónica de Telecomunicações pela Universidade de Aveiro desde 1984, ingressou nos quadros do Centro de Estudos de Telecomunicações (CTT) em 1985. Trabalha actualmente no departamento de Desenvolvimento de Sistemas de Rede da PT Inovação.

# 01

## AVALORE Avaliação e Acompanhamento de Projectos de Desenvolvimento de Novas Tecnologias

palavras-chave:  
Avaliação de projectos, modelos multi-critério  
de apoio à decisão, avaliação financeira.



Ricardo Afonso



Gonçalo Regalado



Pedro Godinho  
(GEMF)



Joana Fialho  
(INESC-C)



João Costa  
(INESC-C)

Com o projecto AVALORE desenvolveu-se um modelo de avaliação de projectos de Inovação, Investigação e Desenvolvimento adaptado à realidade da PT Inovação. Este modelo permite tomar em consideração múltiplos critérios, alguns qualitativos e outros quantitativos, não esquecendo a componente económico-financeira. Distinguem-se dois níveis de decisão, definidos de forma ajustada à realidade da empresa, e

podem ainda considerar-se, em cada um destes níveis, vários tipos de projecto com objectivos diferentes. Pretendeu-se, desta forma, fornecer uma ferramenta que, tendo sido desenvolvida de raiz a partir da realidade da PT Inovação, irá auxiliar a tomada de melhores decisões de distribuição de recursos pelos projectos desenvolvidos pela empresa.



Figura 1 – Enquadramento de Avaliação

## 1. Introdução

Os projectos de Inovação, Investigação e Desenvolvimento têm características próprias que impossibilitam a aplicação dos métodos de avaliação clássicos. Uma avaliação correcta destes projectos deve considerar a qualidade da informação existente para cada projecto, bem como a sua flexibilidade de gestão. Muitas vezes é ainda necessário incorporar aspectos difíceis de quantificar, como a aquisição de competências ou a imagem junto dos clientes. Requer-se ainda considerar explicitamente diferentes objectivos ou critérios, por vezes em conflito, procurando-se alcançar compromissos que incorporem a estrutura de preferências, necessariamente dinâmica, de quem arca com a responsabilidade de definir linhas de acção para o futuro.

Com o projecto AVALORE desenvolveu-se um modelo de avaliação de projectos de Inovação, Investigação e Desenvolvimento adaptado à realidade da PT Inovação. Este modelo tem em consideração dois níveis de decisão distintos, cuja de-

finição se baseou na actual estrutura utilizada pela PT Inovação: a acção e o agregado de acções. Para cada um destes níveis foi desenvolvida uma estrutura hierárquica que permite identificar os critérios relevantes e a sua importância. Esta estrutura possibilita ainda tomar em consideração diferentes tipos de projecto. Admitiu-se que existem agregados e acções com objectivos diferentes, e que os pesos dos critérios devem reflectir estes objectivos.

Admitiu-se ainda que a qualidade da informação – especialmente das previsões financeiras – não é idêntica para todos os projectos. Assim, o modelo de avaliação permite utilizar informação financeira com diferentes horizontes temporais, consoante a disponibilidade de projecções de médio e longo prazo. O modelo pressupõe uma separação clara da informação a fornecer por diferentes áreas da empresa – nomeadamente as preferências institucionais, definidas pela organização, e os dados concretos sobre os projectos, fornecidos pelos respectivos responsáveis.

O modelo separa dois níveis de decisão distintos, sem esquecer a sua inter-relação. A tomada de decisão de atribuição de recursos é separada entre decisões, de carácter essencialmente estratégico, de atribuição de recursos a agregados de acções e decisões táticas de divisão dos recursos de cada agregado pelas diferentes acções que o compõem. Ao mesmo tempo, a estrutura hierárquica de avaliação tem em conta a importância de cada acção para cada agregado, permitindo assim considerar a interdependência entre os dois níveis de avaliação.

## 2. Enquadramento

O esforço de Inovação, Investigação e Desenvolvimento na PT Inovação encontra-se estruturado em dois níveis: a acção, que geralmente corresponde a uma tarefa, e o *cluster*, que corresponde ao conjunto de acções com algumas características comuns. Os problemas de decisão que se colocam ao nível das acções são fundamentalmente diferentes dos que se colocam ao nível dos *clusters* – enquanto os *clusters* requerem um planeamento estratégico de médio e

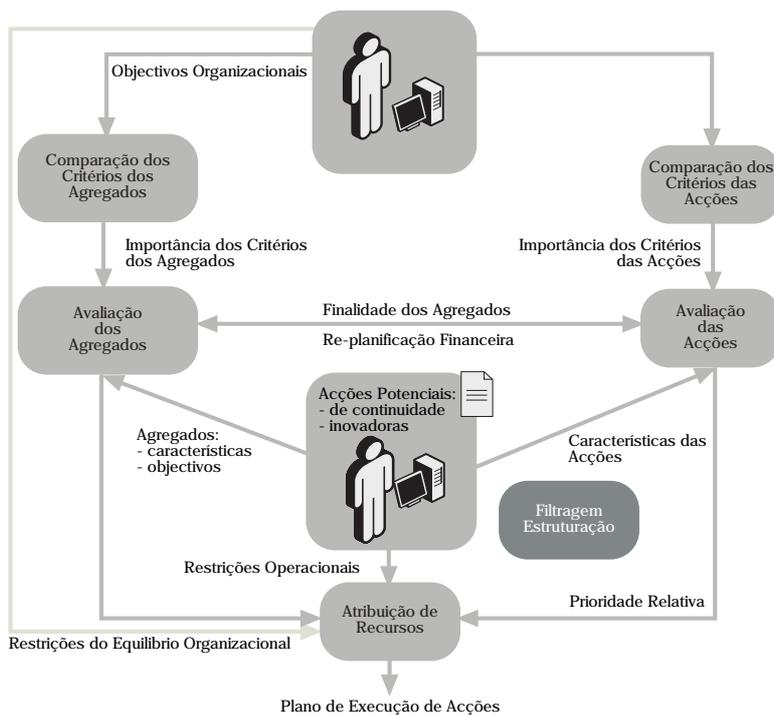


Figura 2 – Modelo de Avaliação

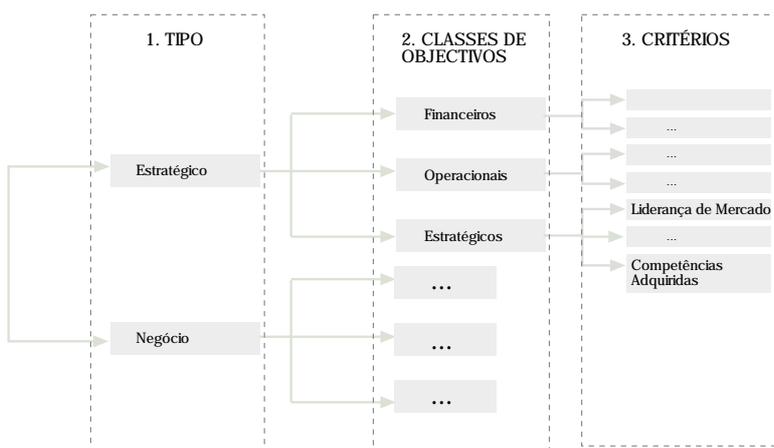


Figura 3 – Estrutura de avaliação dos agregados

longo prazo, as acções requerem um planeamento tático de curto prazo.

Na actual definição dos *clusters* da PT Inovação é possível identificar, por vezes, linhas de investigação diferentes, focadas em produtos ou serviços independentes, que se situam no mesmo *cluster*; existem ainda situações em que a mesma linha de investigação é partilhada por vários

*clusters*. Assim, optou-se por utilizar o conceito de agregado de acções em vez do de *cluster*. Este agregado representa um conjunto de acções inter-relacionadas, vocacionadas para uma determinada família de produtos ou serviços.

### 3. Modelo

O modelo considera separadamente a avaliação dos agregados e a ava-

liação das acções. Em ambos os casos se define uma estrutura hierárquica que é usada, em primeiro lugar para estruturar os critérios relevantes e determinar os seus pesos. Estes pesos devem reflectir as preferências institucionais, sendo assim definidos por representantes da organização.

O passo seguinte é avaliar o desempenho dos agregados e acções nos diferentes critérios. Esta avaliação recorre a dados concretos sobre os projectos, fornecidos pelos respectivos responsáveis. Com estes dados e com os pesos dos critérios obtém-se uma avaliação global do agregado ou acção.

A avaliação dos agregados serve de base às macro-decisões sobre alocação de recursos. A avaliação das acções serve de base às decisões de repartição de recursos dentro do agregado.

#### 3.1. Avaliação dos agregados

A estrutura hierárquica usada para os agregados encontra-se representada na figura 3, contendo os seguintes elementos:

- > No nível superior encontra-se o tipo de agregado, que corresponde a uma primeira classificação dos agregados quanto aos seus objectivos. A classificação actualmente utilizada divide os agregados em “tipo estratégico”, em que se assumem objectivos de médio ou longo prazo, e “tipo negócio”, em que se considera importante a obtenção de lucros a curto prazo;
- > No segundo nível encontram-se as classes de objectivos, ou critérios de nível superior. Definiram-se três classes: critérios estratégicos, critérios operacionais e critérios financeiros, sendo possível a alteração destas classes ou inclusão de novas classes;
- > No terceiro nível, encontram-se os critérios. Exemplos de critérios

estratégicos são as competências adquiridas e a liderança de mercado; exemplos de critérios operacionais são a criticidade/escassez dos recursos necessários e a dependência de terceiros; exemplos de critérios financeiros são o valor actual líquido e a perda esperada por abandono.

A forma como os critérios são definidos permite incorporar aspectos quantitativos e não quantitativos no processo de avaliação. Permite ainda incorporar aspectos relacionados com a incerteza e a flexibilidade operacional, essenciais para uma correcta avaliação dos projectos de Inovação, Investigação e Desenvolvimento.

O processo de avaliação seguido baseia-se no *Analytic Hierarchy Process* ([5], [6]). Assim, a estrutura de avaliação é utilizada para determinar os pesos dos critérios e o desempenho dos agregados em cada critério, obtendo-se a partir daqui uma classificação global dos agregados.

Os pesos dos critérios reflectem as preferências institucionais, devendo por isso ser definidos pela gestão de topo. O processo de obtenção dos pesos dos critérios estrutura-se da seguinte forma:

- > Comparar a importância das diferentes classes de objectivos para os agregados de cada tipo obtendo-se um peso global para cada classe;
- > Comparar a importância dos diferentes critérios de cada classe, obtendo-se um peso para cada critério.

O peso de cada critério reflecte o peso da respectiva classe de objectivos, bem como a importância do critério dentro dessa classe. As comparações efectuadas são baseadas numa escala semântica pré-definida, podendo ainda optar-se pela utili-

zação directa de uma escala numérica se os utilizadores estiverem suficientemente familiarizados com esta.

A determinação do desempenho dos agregados nos diferentes critérios processa-se de forma diferente para os critérios quantitativos e para os de difícil quantificação.

Para os critérios de difícil quantificação estão previstos dois procedimentos diferentes: um baseado na avaliação individual dos agregados, e outro na comparação entre diversos agregados. No primeiro caso, são definidos agregados “tipo” de referência, relativamente aos quais o agregado em avaliação é comparado para obter o seu desempenho nos diferentes critérios. No segundo caso, são feitas comparações entre os diferentes agregados para obter um valor do desempenho para cada um. Note-se, no entanto, que o primeiro procedimento também pode ser usado para comparar a atractividade de diferentes agregados.

Os critérios quantitativos que foram definidos são baseados em valores financeiros. Considerou-se que a forma como estes valores financeiros são convertidos para desempenhos devia reflectir as preferências organizacionais, e não ter carácter casuístico. Assim, o modelo define preferências relativas aos diferentes valores financeiros através de um processo de comparação de valores pré-definidos. Essas preferências permitem a conversão automática dos valores financeiros em desempenhos compatíveis com os obtidos para os outros critérios.

No caso dos critérios financeiros, teve-se ainda em consideração que, enquanto existem agregados com informação suficiente para fazer previsões de médio ou longo prazo, existem outros, sujeitos a um nível de incerteza que apenas permite fazer previsões a um ano. Enquanto no primeiro caso se utiliza um valor

financeiro que reflecte perspectivas de médio/longo prazo, no segundo são utilizados valores de curto prazo, complementados por critérios definidos de forma qualitativa (como tendência de mercado e perspectivas de crescimento).

O modelo determina desta forma um valor global para cada agregado, que constituirá a base da distribuição de recursos humanos entre os diferentes agregados. Nesta distribuição tem-se também em conta o nível de referência de recursos humanos (isto é, o nível previsto pelo responsáveis) e o “custo” de re-atribuição de recursos humanos entre agregados. Assim, o modelo não pretende substituir completamente o papel dos decisores, mas pretende fornecer linhas de orientação fundamentadas para a tomada de decisões de atribuição de recursos.

### 3.2. Avaliação das acções

A avaliação das acções baseia-se num processo semelhante ao dos agregados. A estrutura definida foi a seguinte:

- > No nível superior encontra-se o tipo de acção, que corresponde a uma primeira classificação das acções quanto às suas características;
- > No nível seguinte consideram-se as classes de critérios. A definição destas classes é idêntica à sua definição para os agregados – classes de objectivos estratégicos, operacionais e financeiros;
- > No terceiro nível, consideram-se os critérios. O procedimento de obtenção dos pesos dos critérios, e do desempenho das acções nos critérios, é idêntico ao usado para os agregados.

A análise efectuada às acções da PT Inovação permitiu a identificação dos seguintes tipos de acções, utilizados no primeiro nível da estrutura hierárquica definida:

1. Investigação exploratória – acções que não têm ainda como objectivo uma aplicação concreta, mas que se destinam a explorar e dominar tecnologias, por forma a saber se se conseguem ou não resultados interessantes;
2. Desenvolvimento experimental – acções que têm como objectivo uma aplicação concreta, integrada numa linha de investigação definida, e que são relevantes para o avanço desta linha de investigação;
3. Desenvolvimento de produtos para venda imediata – acções que visam desenvolver um produto com o objectivo principal de ser imediatamente vendido;
4. Serviços de engenharia – acções que visam fornecer apoio à utilização de um produto já existente.

Para efeito de avaliação, considera-se que os dois últimos tipos indicados apresentam características suficientemente semelhantes para permitir a sua agregação.

A classificação das acções é utilizada para determinar o nível de recursos que lhe é atribuído, de entre os recursos atribuídos ao(s) agregado(s) em que cada acção se insere. Para esta atribuição de recursos podem ser usados dois procedimentos:

1. Selecção de acções por ordem da sua classificação. Podem utilizar-se restrições neste processo de selecção, como definição de limites (máximos e mínimos) para os recursos usados por cada tipo de acção;
2. Maximização da soma das classificações das acções seleccionadas através de programação matemática, tendo em conta a restrição de recursos, e podendo ainda considerar limites à utilização de recursos em acções de ca-

da tipo e mínimos para a pontuação agregada nalguns critérios.

Estes procedimentos não substituem completamente o papel e o julgamento dos decisores. Enquanto estes procedimentos, correctamente calibrados, dão indicações valiosas, a sensibilidade para eventuais ajustes é importante na construção de um portefólio equilibrado de acções.

### 3.3. Incorporação de flexibilidade

A flexibilidade operacional pode ser vista como a capacidade de a empresa proceder a correcções ou adaptações na implementação de um projecto, quando ocorrem desenvolvimentos que estão fora do cenário inicialmente considerado. A flexibilidade operacional é uma fonte importante de valor, permitindo, por exemplo, maximizar os lucros quando os desenvolvimentos relativos ao projecto são positivos, e minimizar as perdas quando estes são negativos. É importante que esta flexibilidade operacional seja considerada na avaliação de um projecto, por forma a incorporar correctamente o acréscimo de valor que a empresa terá no futuro se responder, de forma correcta, às situações com que se vier a deparar.

O modelo que foi adoptado prevê uma incorporação da incerteza e flexibilidade operacional através dos critérios de avaliação considerados. Para além desta incorporação da flexibilidade operacional, a metodologia de utilização do modelo permite também tirar partido desta flexibilidade, através do apoio fornecido à identificação das melhores respostas a acontecimentos inicialmente não considerados.

A flexibilidade operacional é considerada em especial nos seguintes critérios: flexibilidade da solução, dependência de terceiros, criticidade / escassez dos recursos necessários, perda esperada por abandono e possibilidade de adiamento.

A flexibilidade da solução refere-se à possibilidade de a solução adoptada poder ser adaptada ou configurada (“customizada”) para utilizações diferentes das inicialmente previstas. Esta é uma fonte de flexibilidade importante com reflexos posteriores ao desenvolvimento do produto, que permite tirar partido desse produto, de uma forma que inicialmente não foi considerada.

A dependência de terceiros é um critério que pretende penalizar os agregados em cuja capacidade da PT Inovação responder a acontecimentos imprevistos seja reduzida, por esta não controlar a totalidade do processo de desenvolvimento. Não obstante a importância das relações com terceiros, é necessário ter em consideração que as vantagens da capacidade de resposta a novos acontecimentos são tanto maiores, quanto maior a capacidade da PT Inovação em controlar o processo de desenvolvimento.

A criticidade / escassez de recursos necessários pretende ter em consideração a forma como o agregado pode contribuir para a diminuição da flexibilidade da organização como um todo. A utilização de recursos escassos por parte de um agregado pode inviabilizar o desenvolvimento de outros projectos interessantes por falta destes mesmos recursos. No caso da PT Inovação, este critério está pensado especialmente para recursos humanos especializados, mas pode referir-se a outros tipos de recursos, como equipamento.

A perda esperada por abandono é um critério que pretende ter em consideração a probabilidade de abandono e a perda em que a empresa incorre caso abandone o projecto. Estes dois factores influenciam a flexibilidade operacional inerente ao agregado. Quanto maior for o montante da perda em caso de abandono mais irreversível será o projecto e, consequentemente, menor a

flexibilidade existente neste. Por outro lado, a probabilidade de abandono reflecte a possibilidade de o projecto correr tão mal que deva ser mesmo abandonado. Este critério, que tem em conta os dois factores, penaliza os projectos que, pela probabilidade de correrem mal ou pelos custos incorridos caso tal ocorra, possam causar grandes prejuízos à empresa.

Finalmente, a possibilidade de adiamento fornece uma perspectiva diferente sobre a flexibilidade operacional. Este critério pretende favorecer o desenvolvimento rápido dos agregados que possam ser mais afectados por atrasos, podendo levar ao adiamento na alocação de recursos a agregados cujo desenvolvimento possa sofrer menos com tal atraso. Note-se que o adiamento pode ter a consequência positiva de permitir obter mais informação antes de efectuar um gasto de recursos, permitindo avançar com mais certeza de sucesso ou não avançar se o ambiente se tornar menos favorável.

Os critérios utilizados para incorporar a flexibilidade operacional na avaliação das acções são: dependência (operacional) de terceiros, criticidade/escassez dos recursos necessários, perda esperada por abandono e possibilidade de adiamento.

A dependência (operacional) de terceiros é muito semelhante ao critério “Dependência de terceiros”, utilizado na avaliação de agregados. No caso das acções, explicitou-se apenas que a dependência relevante é puramente operacional, pois no caso dos agregados pode haver também outra dependência “política”, decorrente de um processo de decisão que não seja exclusivamente controlado pela PT Inovação. A criticidade / escassez de recursos necessários tem características muito semelhantes ao critério com o mesmo nome utilizado na avaliação dos agregados, mas agora refere-se especialmente à utilização de recursos dentro do agregado. A perda esperada por abandono e a possibilidade de adiamento têm também uma definição muito semelhante à que foi considerada para os agregados.

O processo de selecção de acções na PT Inovação tem periodicidade anual. No entanto, surgem frequentemente no decorrer do ano:

- > Oportunidades de novas acções que só podem ser aproveitadas se se proceder a uma alteração imediata no planeamento efectuado;
- > Pedidos de clientes que, mesmo

sendo de rentabilidade limitada, têm que ser atendidos por forma a manter a satisfação do cliente.

Estas situações correspondem a uma necessidade estrutural de flexibilidade dentro dos agregados, sendo necessário proceder a uma reafectação de recursos dentro do agregado para dar seguimento às oportunidades ou solicitações. O modelo permite a integração destas situações, através da sua aplicação intercalar dentro dos agregados. O que se prevê para estas situações é:

- > A avaliação das novas solicitações ou oportunidades como novas acções a empreender;
- > A reavaliação daquelas acções cujo decurso mostre diferenças significativas relativamente ao planeamento inicial;
- > Utilização das avaliações das novas acções potenciais, e das avaliações (ou reavaliações) das restantes acções para decidir se se deve ou não prosseguir com as novas acções, quais os recursos a alocar a estas e onde os retirar.

Desta forma, a necessidade de reagir a novas situações pode ser integrada de forma transparente na utilização do modelo, usando a mesma

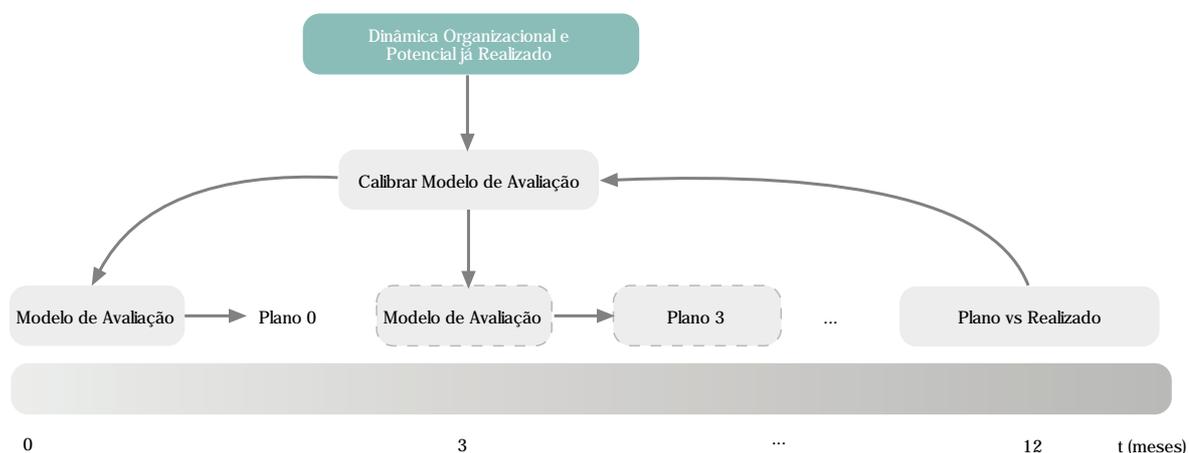


Figura 4 – Utilização em Regime Permanente

estrutura de decisão definida para as decisões iniciais.

#### 4. Aplicação

Um protótipo do modelo está neste momento implementado em Microsoft Excel. Este protótipo foi utilizado para uma determinação inicial das preferências organizacionais, bem como para avaliar um conjunto de agregados e acções de teste.

##### 4.1. Matrizes de comparação

Na implementação efectuada, as comparações necessárias são definidas através de matrizes, nas quais os decisores preenchem os elementos que se encontram acima da diagonal principal, podendo para tal usar uma escala semântica pré-definida ou uma escala numérica. Apresenta-se seguidamente um exemplo de uma matriz hipotética, definida para obter os pesos das diferentes classes de objectivos para um tipo de agregado.

A matriz está preenchida usando a escala semântica, e especifica que os objectivos estratégicos são fortemente mais importantes que os operacionais e moderadamente mais importantes que os financeiros, e que os objectivos operacionais têm importância igual à dos financeiros.

A matriz apresentada permite obter os pesos das diferentes classes de objectivos e um coeficiente de proporcionalidade que indica em que grau é que os pesos reflectem as comparações efectuadas. Para a matriz apresentada, os pesos obtidos são 0.659, 0.156 e 0.185 para os objectivos estratégicos, operacionais e financeiros, respectivamente, e o coeficiente de proporcionalidade é 97%.

Uma proporcionalidade inferior a 100% indica que as comparações impedem a definição de pesos que as reflectam de forma exacta (isto é, que existe alguma incoerência nas

comparações). São aceitáveis matrizes com coeficiente de proporcionalidade superior a 90%, devendo nas restantes rever-se as comparações por forma a obter maior coerência.

Quando o número de elementos a comparar aumenta (o que se passa, por exemplo, na obtenção dos pesos dos critérios), o número de comparações par-a-par necessárias também aumenta. A fim de evitar que o preenchimento das matrizes se torne demasiado moroso, utilizou-se uma metodologia que permite obter os pesos sem efectuar todas as comparações, bastando que as comparações introduzidas permitam relacionar indirectamente todos os elementos a comparar.

##### 4.2. Agregados de referência

Nas avaliações já efectuadas, constatou-se que, mesmo quando se pretende comparar a atractividade de diferentes agregados, o procedimento de avaliação individual dos agregados (baseado em agregados de referência) se torna mais simples e intuitivo para os avaliadores do que a comparação directa dos agregados nos diferentes critérios. Assim, as avaliações efectuadas basearam-se na utilização de três agregados de referência, definidos da seguinte forma:

> Agregado estratégico – desenvolvimento de uma família de pro-

ductos sem clientes em vista e com probabilidade reduzida de serem comercialmente bem sucedidos, mas que permitirão a aquisição de novas competências e, em caso de sucesso no desenvolvimento, terão grande visibilidade;

> Agregado de negócio: inovação – desenvolvimento de uma linha de novos produtos, a ser lançada por um operador do Grupo PT, com forte probabilidade de grande sucesso comercial, mas em que apenas uma parcela limitada dos lucros serão para a PT Inovação;

> Agregado de negócio: exploração de competências – desenvolvimento de produtos baseados em tecnologia já dominada, em conjunto com um cliente/parceiro de média dimensão, com a expectativa de obtenção de lucros significativos.

Estes agregados de referência foram definidos mais detalhadamente, e efectuaram-se as comparações destes nos diferentes critérios. Com estas comparações definidas, é possível avaliar um agregado, comparando-o com apenas um agregado de referência em cada critério.

##### 4.3 Resultados

O modelo foi utilizado para determinar as preferências organizacionais, e procedeu-se também à avaliação

	Objectivos Estratégicos	Objectivos Operacionais	Objectivos Financeiros
Objectivos Estratégicos	--	Fortemente mais importante	Moderadamente mais importante
Objectivos Operacionais	--	--	Igual Importância
Objectivos Financeiros	--	--	--

Tabela 1 – Matriz de comparação

de um conjunto de agregados e acções de teste, para calibrar estas preferências e o próprio modelo. Os resultados obtidos permitem afirmar que o modelo de avaliação reflecte a estrutura de preferências da PT Inovação, constituindo, portanto, uma ferramenta poderosa para avaliar a actividade a que a PT Inovação se dedica. Note-se ainda que o modelo comporta a alteração simples desta estrutura de preferências, estando portanto ajustado à dinâmica que todas as preferências sofrem, por alterações de julgamento ou contextuais.

## 5. Conclusões

O modelo apresentado permite apoiar a obtenção de decisões solidamente fundamentadas. A existência de uma estrutura de preferências explícita permite compreender melhor o que está por trás das decisões tomadas, e permite também detectar com mais facilidade eventuais incoerências no processo de decisão. Este modelo conduz também a uma maior responsabilização dos decisores, e ajuda-os a perceber onde poderão ter ocorrido os erros de avaliação quando se constate que as decisões tomadas não foram as mais adequadas. Através da utilização do conceito de agregado, o modelo permite também a harmonização de decisões sobre acções interrelacionadas que estão situadas em *clusters* diferentes.

O modelo de decisão proposto serve ainda de apoio à tomada de decisões intercalares (isto é, entre dois momentos de planeamento) quando surgem situações imprevistas como, por exemplo, o aparecimento de novas oportunidades não previstas no momento de planeamento. Numa tal situação, a avaliação destas novas oportunidades é facilmente integrada no modelo e, no caso de se concluir que as novas oportunidades devem ser imediatamente aproveitadas, a re-atribuição de recursos é também baseada no modelo.

O modelo pretende também incentivar a identificação de oportunidades estratégicas e de flexibilidade operacional nas acções e agregados da PT Inovação, através da definição dos critérios utilizados. Desta forma, estas oportunidades estratégicas e flexibilidade operacional passarão a ser um factor relevante nas decisões a tomar, levando os responsáveis pelas propostas a procurá-las activamente.

## Referências

- [1] C. Farrukh, R. Phaal, D. Probert, M. Gregory, J. Wright. *Developing a Process for the Relative Valuation of R&D Programmes*. *R&D Management*, 30(1): 43-53, 2000.
- [2] P. Godinho, J.P. Costa. *Relatório Final do Projecto AVALORE: Abordagens para Avaliação dos Projectos da PT Inovação, 2008*.
- [3] P.T. Harker. *Incomplete pairwise comparisons in the analytic hierarchy process*. *Mathematical Modelling*, 9(11): 837-848, 1987.
- [4] K.L. Poh, B.W. Ang, F. Bai. *A Comparative Analysis of R&D Project Evaluation Methods*. *R&D Management*, 31(1): 63-75, 2001.
- [5] T.L. Saaty. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill, 1980.
- [6] C.-O. Shin, S.-H. Yoo, S.-J. Kwak. *Applying the Analytic Hierarchy Process to Evaluation of the National Nuclear R&D Projects: The Case of Korea*. *Progress in Nuclear Energy*, 49: 375-384 2007.

Ricardo Afonso, Mestrado em Gestão da Informação da Organizações, Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra. Pós-graduado em Formação Avançada em Políticas e Gestão da Inovação, Universidade de Aveiro. Licenciado em Estatística e Investigação Operacional, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Actualmente é responsável pela divisão de Sistema de Inovação e Projectos, na PT Inovação.

José Gonçalo Regalado, Mestrando da Rotterdam School of Management, Erasmus University, onde frequenta o programa de *Master in Finance & Investments (Entrepreneurial Finance)*. Licenciatura em Gestão, Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, tendo sido distinguido com a Bolsa de Mérito da Universidade de Coimbra de melhor aluno da licenciatura. Pós-graduação no Programa de *Executive Education in Entrepreneurship and Innovation Management* na Faculdade de Ciências Económica e Empresariais da Universidade Católica Portuguesa. Estagiário na PT Inovação no âmbito do Programa Talento da Inova-Ria. Actualmente é vice-presidente da Comissão Política Nacional da Juventude Social Democrata.

Pedro Manuel Cortesão Godinho, Professor Auxiliar da Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra e Investigador do Grupo de Estudos Monetários e Financeiros (GEMF). Licenciado em Engenharia Informática pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e Doutoramento em Organização e Gestão de Empresas - Ciências dos Sistemas nas Organizações pela Faculdade de Economia da mesma Universidade. Foi colaborador em vários de projectos de investigação e desenvolvimento financiados pela Fundação da Ciência e Tecnologia, e tem artigos publicados em diversas revistas internacionais das áreas da Investigação Operacional e Finanças. Os seus actuais interesses de investigação situam-se nas áreas da Avaliação de Projectos, Mercados de Capitais e Gestão de Projectos.

Joana Rita Silva Fialho, doutoranda em Avaliação de Projectos de Investigação e Desenvolvimento na área das Telecomunicações. Mestrado em Gestão da Informação nas Organizações. Licenciada em Matemática (Ramo Aplicada). Desde Janeiro 2004 é equiparada a Assistente de 1º Triénio no Departamento de Matemática da Escola Superior de Tecnologia de Viseu.

João Paulo Faria de Oliveira e Costa, Professor Catedrático da Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra e Investigador do INESC Coimbra. Licenciado em Engenharia Electrotécnica pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e Doutoramento em Economia de Empresa pela Faculdade de Economia da mesma Universidade. Foi Investigador Responsável ou colaborador em vários de projectos de investigação e desenvolvimento financiados pela Fundação da Ciência e Tecnologia ou por outras organizações (empresas). Os seus interesses situam-se preferencialmente nas áreas de Sistemas de Apoio à Decisão, Investigação Operacional e Análise e Avaliação de Projectos.

# 02

## Pontos de Função e sua Aplicação na PT Inovação

palavras-chave:  
pontos de função, medição,  
métricas, contagem, estimativa.



Neila Campacci



João Batistella



Guilherme Pelegrin

Atualmente torna-se cada vez mais necessário medir os projetos de desenvolvimento de *software*, visando estabelecer uma medida de tamanho independente da tecnologia de programação utilizada. Essa quantificação contribui tanto na atribuição do “tamanho” de um *software* existente, como pode ser uma importante ferramenta para estimativas de um novo projeto de desenvolvimento. Uma destas medidas é possível através da “Análise de Pontos de

Função” que, aliada a outras métricas, permite administrar os projetos de *software* através de medidas de tamanho, custo, manutenção e evolução.

O objetivo deste artigo é apresentar os conceitos de pontos de função, tamanho funcional, processo de contagem e sua possível aplicação na PT Inovação.

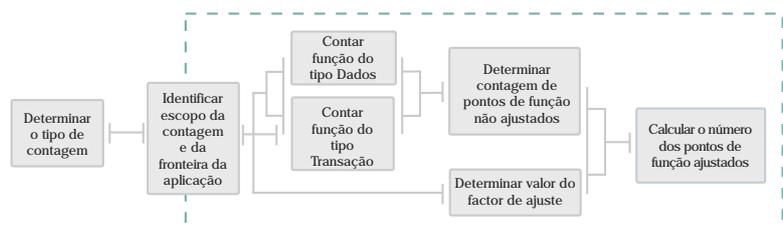


Figura 1 – Processo de contagem de pontos de função

## 1. Introdução

Na condução de um projeto existem vários processos com o objetivo de permitir a sua gerência. De uma forma simplificada, pode-se dividir o trabalho com um projeto em: Planejamento, Execução e Controle. O planejamento é uma das fases essenciais de um projeto, onde se traça o seu percurso e metas, escopo são estabelecidos, riscos são apontados e recursos e prazos necessários para cumpri-lo são definidos.

Na prática, para a determinação dos pontos citados, geralmente se utiliza mais a experiência dos envolvidos e sua intuição, do que critérios científicos baseados em parâmetros neutros de impressões pessoais.

São notáveis as dificuldades encontradas na fase de planejamento pois é a etapa em que são sugeridos os prazos e custos de entrega sem que a especificação técnica dos requisitos funcionais tenha sido concluída. Como nessa fase só é possível uma análise prematura da complexidade do projeto, é comum, no decorrer do trabalho, a necessidade

de alteração do plano em função de aspectos que foram subestimados ou superestimados durante a iniciação do projeto e podem gerar alteração de custo, prazo, escopo ou até mesmo inviabilizar o projeto. Sendo assim, surge a necessidade de uma metodologia com critérios científicos para quantificar a complexidade de um novo *software*, ou melhoria de um *software* já existente antes da especificação técnica detalhada.

Para o levantamento de complexidade de um projeto de *software* existem metodologias baseadas em métricas de tamanho (contagem de linhas de código) ou baseadas em métricas de função (Análise de Pontos de Função - AFP).

A análise de pontos de função proporciona uma medida de tamanho funcional do *software* e, em conjunto com outras variáveis, poderá ser utilizada para derivar produtividade, estimar esforço e custo, até mesmo antes da fase de especificação técnica ser concluída.

## 2. O que é Análise de Pontos de Função

A análise de pontos de função é uma técnica que permite medir funcionalidades fornecidas por um *software* do ponto de vista do seu usuário. Ponto de função é a unidade de medida desta técnica que tem por objetivo tornar a medida independente da tecnologia utilizada para a construção do *software*. Desta forma, a APF busca medir o que o *software* faz, e não como ele é construído. A partir dos resultados dessas medições é possível traçar a relação entre a complexidade atribuída e o tempo necessário para o desenvolvimento e por consequência o custo.

### 2.1. O processo de contagem de Pontos de Função

O processo de contagem de pontos de função (PF) pode ser resumido nos elementos apresentados na Figura 1.

> Determinar o tipo de contagem: o tipo de contagem deve ser definido pelos responsáveis pela medição e consiste em:

- > Contagem de um projeto de desenvolvimento, em que o número de pontos de função mede a funcionalidade fornecida aos usuários finais do *software* quanto à sua primeira instalação. Conforme os requisitos vão ficando mais claros durante o projeto, e as funções vão sendo desenvolvidas, é bastante natural identificar funcionalidades que não haviam sido especificadas inicialmente;
- > Contagem de um projeto de melhoria, em que o número de pontos de função mede as funções adicionadas, modificadas ou excluídas e também as eventuais funções de conversão de dados;
- > Contagem de uma aplicação (ou *baseline*), que fornece uma medida da atual funcionalidade obtida pelo usuário da aplicação. Esta informação deve ser atualizada no término de todo o projeto de melhoria.
- > Identificar escopo da contagem e fronteira da aplicação: a fronteira da aplicação é a interface conceitual que delimita o *software* que será medido e o mundo exterior (seus usuários). Esta etapa é uma das mais importantes, pois servirá de premissa para os passos seguintes. Se a definição de fronteira não estiver muito clara, há um grande risco de que todo trabalho de contagem posterior seja invalidado. O escopo da contagem define quais as funções que serão incluídas na contagem, se abrangerá um ou mais sistemas ou apenas parte de um sistema;
- > Contar funções do tipo dados: as funções do tipo dados representam as funcionalidades fornecidas pelo sistema ao usuário para atender as necessidades de armazenamento de dados e são classificadas em:
  - > Arquivo Lógico Interno (ALI), que consiste em um grupo logicamente relacionado de dados ou informações de controle mantidos dentro da fronteira de aplicação sendo contada. Exemplo: tabela de banco de dados sendo atualizada pela aplicação;
  - > Arquivo de Interface Externa (AIE), que consiste em um grupo logicamente relacionado de dados ou informações de controle mantidos fora da fronteira da aplicação sendo contada. Exemplo: tabela de banco de dados lida pela aplicação, mas atualizada por outra aplicação.
- > Contar funções do tipo transação: as funções do tipo transação representam os requisitos de processamento fornecidos pelo sistema ao usuário e são classificadas em:
  - > Entrada Externa (EE), transação que processa dados ou informações de controle originadas fora da fronteira da aplicação. Sua principal intenção é manter um ou mais arquivos lógicos internos e/ou alterar o comportamento do sistema. Exemplo: incluir cliente, alterar cliente, excluir cliente;
  - > Saída Externa (SE), transação que envia dados ou informações de controle para fora da fronteira da aplicação. Sua principal intenção é apresentar informação ao usuário através da lógica de processamento. Exemplo: relatório de totais de faturamento por cliente;
  - > Consulta Externa (CE), transação que envia dados ou informações de controle para fora da fronteira da aplicação. Sua principal intenção é apresentar informações ao usuário através da simples recuperação de dados ou informações de controle de ALI e/ou AIE. Exemplo: consulta de cadastro de cliente.
- > Determinar contagem de pontos de função não ajustados: os pontos de função não ajustados medem os requisitos específicos do usuário. O termo específico indica que é possível apontar para um requisito (um relatório, um gráfico, uma transação de entrada de dados, etc.) e dizer o seu valor em PF;
- > Determinar o valor do fator de ajuste: o fator de ajuste, em contrapartida aos pontos de função não ajustados, tem o propósito de medir requisitos gerais da aplicação. A partir do levantamento dos pontos de função não ajustados aplica-se um fator de ajuste baseado em notas atribuídas às 14 características gerais do sistema para a determinação do nível de influência, como: 1. Comunicação de Dados; 2. Processamento Distribuído; 3. *Performance*; 4. Configuração Altamente Utilizada; 5. Volume de Transações; 6. Entrada de Dados *Online*; 7. Eficiência do Usuário Final; 8. Atualização *Online*; 9. Processamento Complexo; 10. Reusabilidade; 11. Facilidade de Instalação; 12. Facilidade de Operação; 13. Múltiplos Locais e 14. Modificação Facilitada;
- > Calcular o número de pontos de função ajustados: cada tipo de contagem (projeto de desenvolvimento, projeto de melhoria e aplicação) possui uma fórmula específica para a determinação dos pontos de função ajustados.

## 2.2. Críticas e Restrições

A APF não apresenta uma estrutura rígida, pois o resultado de uma estimativa pode variar de organização para organização ou até mesmo entre a equipe envolvida na análise. Desta forma, a maior crítica à metodologia se deve à subjetividade. De qualquer maneira, com a experiência adquirida com a utilização prática, a análise tende a ser mais eficaz na medida em que o histórico de análise

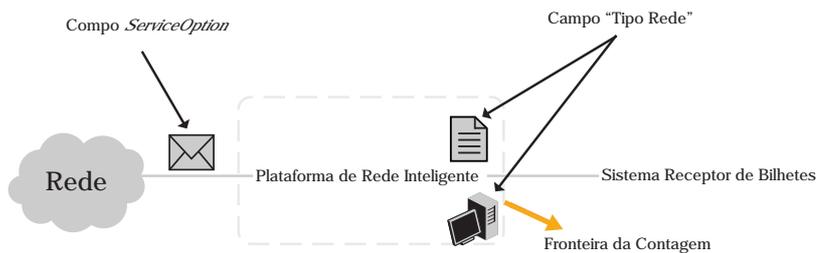


Figura 2: Estudo de caso – fronteira da contagem

	Descrição	Tipo de Dado (TD)	Tipo de Registro (TR)	Complexidade	Contribuição
ALI1	Tabela existente a ser alterada para a inclusão do campo "ServiceOption"	1	1	Baixa	7PF
ALI2	Tabela nova com a configuração do mapeamento "ServiceOption" x "Tipo de Rede"	2	1	Baixa	7PF
ALI3	Arquivo gerado a ser alterado para a inclusão do campo "TipoRede"	1	1	Baixa	7PF
AIE1	Campo "ServiceOption" recebido na sinalização da rede	1	1	Baixa	5PF
Total					26PF

Tabela 1: Estudo de caso – funções do tipo "Dados"

ses anteriores, em comparação com os resultados obtidos, é utilizado como um importante fator de ajuste.

Como foi projetada inicialmente para o tratamento de projetos comerciais, nota-se na teoria proposta para a APF o foco acentuado nas dimensões de dados, o que pode não se adequar a organizações em diferentes contextos. Da mesma forma, algumas das características gerais, apresentadas como critérios para ajuste dos pontos de função, podem não fazer sentido, dependendo do tipo da aplicação em questão. Uma possível solução seria a organização adotar critérios próprios, de acordo com suas necessidades.

### 3. Estudo de Caso

Para aplicar os conceitos descritos acima será apresentado um exemplo prático.

O estudo de caso consiste na inclu-

são do campo "ServiceOption" recebido na sinalização enviada por uma rede de telecomunicações para uma plataforma de rede inteligente, processado por esta plataforma e transformado em "TipoRede". Deverá ser apresentado na tela da aplicação e enviado em um arquivo.

Tipo de contagem: projeto de melhoria.

Fronteira da aplicação: a fronteira da contagem é apresentada na Figura 2.

Escopo da contagem: o escopo da contagem consiste em funções que serão alteradas e criadas para atender a inclusão do campo, conforme descritas abaixo:

- > função de recebimento da sinalização;

- > função para transformar o campo

"ServiceOption" em "TipoRede" (nova função);

- > Função para a geração do arquivo;

- > Função de tela.

Funções do tipo "Dados": a contagem das funções do tipo "Dados" é apresentada na Tabela 1.

Funções do tipo "Transação": a contagem das funções do tipo "Transação" é apresentada na Tabela 2. Pontos de função não-ajustados: consiste na soma da contribuição de cada função. Neste caso 34 (Total funções do tipo "Dados" + Total funções do tipo "Transação").

Fator de ajuste: é obtido pelo nível de influência das seguintes características gerais do sistema.

O fator de ajuste é obtido pela

Arquivo Lógico	Descrição	Nr. Arquivos Referenciados (AR)	Nr. Tipos de Dados (TD)	Complexidade	Contribuição
EE1	Transação para recebimento do campo "ServiceOption" da sinalização da rede e convertê-lo em "TipoRede".	3	2	Média	7PF
SE1	Transação para adicionar o campo "TipoRede" no arquivo.	2	1	Baixa	7PF
Total					8PF

Tabela 2: Estudo de caso – funções do tipo "Transação"

Características Gerais do Sistema	Nível de Influência
Comunicações de Dados	3: a aplicação possui entrada de dados <i>online</i> .
Processamento Distribuído	1: a aplicação prepara dados para processamento em outro componente (banco de dados).
Performance	1: Requisitos de performance foram estabelecidos, mas nenhuma acção especial é necessária.
Configuração Altamente Utilizada	0: Não existem restrições operacionais implícitas ou explícitas nos requisitos.
Volume de Transações	1: São previstos períodos de picos de processamento, mas O Impacto no esforço do projecto é mínimo.
Entrada de Dados <i>Online</i>	5: o campo "ServiceOption" é recebido de forma <i>online</i> .
Eficiência do Usuário Final	0: Não há intervenção definida para o usuário
Actualização <i>Online</i>	1: Existem actualizações <i>online</i> .
Complexidade de Processamento	0: Não foi identificado complexidade de processamento.
Reusabilidade	1: Código reutilizável é utilizado na aplicação.
Facilidade de instalação	1: O usuário não definiu considerações especiais, mas é necessário <i>setup</i> para a instalação.
Facilidade de Operação	0: Não foi estabelecido pelo usuário outra consideração que não os procedimentos de segurança normais.
Múltiplos Locais	0: Os requisitos do usuário não consideram a necessidade de mais um usuário/local de instalação.
Facilidade de Mudanças	0: A aplicação não foi desenvolvida para facilitar a mudança da sua lógica de processamento.

Tabela 3: Estudo de caso – nível de influência das características

fórmula:

$$VAF = \left( \frac{TDI}{100} \right) + 0,65 = \left( \frac{14}{100} \right) + 0,65 = 0,79$$

Onde TDI é a somatória dos níveis de influência das características gerais e VAF consiste no Valor do Fator de Ajuste.

Cálculo dos Pontos de Função Ajustados: os pontos de função ajustados são calculados com a seguinte fórmula:

$$EFP = [(ADD + CHGA + CFP) \cdot Vafa] + (DEL \cdot VAFB)$$

Em que:

EFP: Número de pontos de função do projeto de melhoria;

ADD: Número de pontos de função não ajustados das funções incluídas pelo projeto de melhoria;

CHGA: Número de pontos de função não ajustados das funções modificadas (reflete funções depois das

modificações);

CFP: Número de pontos de função não ajustados adicionados pela conversão;

Vafa: Valor do fator de ajuste da aplicação depois do projeto de melhoria;

DEL: Número de pontos de função não ajustados das funções excluídas pelo projeto de melhoria;

VAFB: Valor do fator de ajuste da aplicação antes do projeto de melhoria.

No caso que estamos apresentando temos:

$$EFP = [(11 + 23 + 34) \times 0,79] + (0 \times VAFB) = 53,72$$

Desta forma, este projeto de melhoria foi medido em 54 pontos de função. Com este valor é possível comparar este projeto com anteriores e determinar uma estimativa de custo, esforço, recursos necessários e prazo de entrega dentre outros parâmetros do planejamento.

#### 4. Conclusão

Com a análise de pontos de função é possível medir o tamanho do *software* desenvolvido, na qual uma base histórica de medições permite a realização de estimativas cada vez mais precisas, garantindo um planejamento próximo da realidade.

Para a implementação desta técnica na PT Inovação, pode-se adotar a estratégia de aplicação da técnica para se estimar o tamanho do *software* já desenvolvido a fim de ser utilizado como parâmetro para estimativas futuras. Devido ao tamanho do sistema, talvez seja inviável prosseguir com a estimativa por completo, sendo mais proveitoso efetuar medições de componentes significativos, obtendo-se amostragens coerentes.

Além disso, a adoção de critérios próprios para fator de ajuste (como grau de interação entre os módulos de desenvolvimento no caso da PT Inovação), aliados aos já apresentados, pode ser um importante diferencial. Dos critérios apresentados como padrão, alguns possivelmente sempre terão um grande peso atribuído (ex.: comunicação de dados ou processamento distribuído) enquanto outros raras vezes poderão impactar no ajuste (ex.: eficiência do usuário final). A partir da experiência adquirida com a prática no ajuste dos pontos não ajustados

poderá-se decidir pela adaptação de critérios que apresentarem valores constantemente muito altos ou muito baixos. Algumas extensões de pontos de função estão sendo estudadas e desenvolvidas para acompanhar a evolução do desenvolvimento de *software*. Alguns exemplos são: *Feature Points* (ou pontos característicos) que se adapta melhor para aplicações com alta complexidade algorítmica e Pontos de Função 3D que permite mensurar aplicações que necessitem de muita capacidade funcional e elevado grau de controle.

Independente da técnica utilizada, considerando a mais adequada para as características do *software* desenvolvido, a cada dia torna-se indispensável a utilização de uma técnica científica para a medição de custo, produtividade e qualidade não só do produto final, mas também de todo o processo. Com estas medições, e o auxílio das técnicas aliadas a experiência de desenvolvedores com conhecimento do sistema, é possível realizar estimativas acertadas, pois como diz Alvaro Eduardo Gomes, autor do artigo "Métricas e Estimativas de *Software*" do *site*

#### Referências

- [1] Livro *Análise de Pontos de Função - Medição, Estimativas e Gerenciamento de Projetos de Software*. Carlos Eduardo Vasques, Guilherme Siqueira Simões e Renato Machado Albert. Editora Érica. 7ª. Edição.
- [2] Artigo *Métricas e Estimativas de Software - o início de um rally de regularidade*. APInfo (<http://www.apinfo.com/artigo44.htm>). Alvaro Eduardo Gomes.

Neila de Faria Ribeiro Campacci, bacharel em Computação Científica pela UNITAU. Pós-Graduada em Informática Empresarial pela UNESP e em Engenharia de Redes e Sistemas de Telecomunicações pelo INATEL, com especialização em Negociação pela FGV. Atuou como Analista de Sistemas na Ericsson do Brasil, de 2000 a 2003. É Analista de Sistemas da PT Inovação Brasil desde 2003. Atuou na equipe de requisitos onde esteve envolvida na especificação de requisitos das funcionalidades da plataforma NGIN em diversos projetos. Trabalha atualmente na equipe de gestão de projetos e entregas, onde atua no gerenciamento de projetos da plataforma NGIN Pré-Pago da Vivo.

João Paulo Guimaro Batistella, graduado em Engenharia de Computação pela Unicamp e Pós-Graduando em Gestão de Projetos pela FGV. Engenheiro da PT Inovação Brasil desde 2003, esteve envolvido no suporte, implantação e desenvolvimento da solução NGIN no Brasil, envolvido com diversos módulos da solução NGIN, trabalha atualmente com a equipe de gestão de projetos NGIN para a Vivo no Brasil.

Guilherme Castells Pelegrin, bacharel em Informática pela USP São Carlos. Analista de projetos da PT Inovação desde 2006, onde esteve envolvido no planejamento e controle dos projetos de migração de dados e desenvolvimento. Trabalha atualmente na equipe de gestão de projetos e entregas onde atua no gerenciamento de projetos da plataforma NGIN Gestão da Vivo.

# 03

## Os Desafios à Formação do Projecto ATENA

palavras-chave:  
RPG, ATENA



Manuel Marques



Mário Almeida

O Sector das Telecomunicações atravessa uma fase de profunda transformação com desafios em várias áreas, sendo de destacar as ligadas às tecnologias aos processos e às pessoas. Estas últimas são um dos principais factores a ter em conta sendo aqui de extrema importância garantir a atempada adequação às alterações tecnológicas e da mudança de paradigma a elas associadas.

Consciente desse problema, a PT Comunicações decidiu em Junho de 2006 enfrentar o desafio de realizar um diagnóstico dos conhecimentos tecnológicos, das competências funcionais e da gestão operacional detidos pelas Quadros das suas Direcções de Redes, iniciativa que designou por "Projecto Atena", e na qual a PT Inovação foi convidada a associar-se logo desde a fase de concepção.

No diagnóstico feito (2º semestre de 2006) identificaram-se os principais "espectros" de conhecimentos tecnológicos existentes em cada uma das áreas chave da PTC – Um Retrato Actual da PTC – na sequência do qual foram desenhadas e lecciona-

das (durante 2007) várias acções de refrescamento e qualificação profissional dos colaboradores, visando dotá-los de conhecimentos actuais e suficientes para acompanhar de forma positiva a evolução que está em curso, em que a oferta de serviços suportados em redes TDM está rapidamente a evoluir para o novo paradigma de comunicação, totalmente suportado no Protocolo IP.

A PT Inovação participou na especificação e concepção dos respectivos conteúdos e ficou depois encarregue da execução da formação, desafios que lhe permitiram atingir níveis de desempenho na vertente de formação bastante significativos, quer do ponto de vista tecnológico, quer do ponto de vista de organização.

Este artigo resume os principais aspectos do trabalho desenvolvido, e descreve a *suite* de formação, pela qual já tinham passado, no final de 2007, cerca de 50% dos Quadros das áreas de rede da PTC.

## 1. Introdução

A reconversão tecnológica de uma rede de telecomunicações, coloca desafios a um operador de telecomunicações de dimensões significativas, nomeadamente os relacionados com os recursos humanos especializados. Os quadros que actuam na área técnica, quer na operação da rede, quer na manutenção e gestão da mesma, terão de possuir valências que lhes permitam ter uma eficácia elevada nestes domínios, de modo a responder, em tempo útil, aos problemas colocados.

O desafio actual do grupo PT, em termos tecnológicos, consiste na migração das redes baseadas em comutação de circuitos, para redes baseadas em comutação de pacotes. Estas redes de comutação de pacotes, desenvolvidas em torno do protocolo IP (versão 4 e versão 6), permitem o desenvolvimento de serviços onde o conceito de convergência é potenciado ao máximo. Acresce a possibilidade de os mesmos terem associado o conceito de qualidade de serviço, que pode ser variável, permitindo assim novos

modelos de negócio. Quando se fala em convergência de serviços estamos a falar de convergência total; um serviço em qualquer lugar, em qualquer terminal, a qualquer hora.

Perante este desafio, ao qual preside igualmente a necessidade de se garantir o suporte às tecnologias maduras, que coabitam com as novas ainda durante vários anos, haverá, salvo melhor opinião, duas possibilidades para a solução do problema do conhecimento detido pela organização: a substituição rápida e completa dos seus Quadros e Técnicos especializados, ou a sua reconversão tecnológica, total ou parcial, das actuais tecnologias para as associadas ao novo paradigma de rede.

A primeira possibilidade contém custos significativos, não só financeiros, como sociais, para além da perda significativa de conhecimento hoje detido, relativo às diferentes infra-estruturas de suporte ao negócio, e que continuará a ser fundamental manter na fase de transição. A segunda solução é então a que mais vantagens oferece, apesar de

ser mais exigente para os recursos humanos. Este tipo de processos de aprendizagem são normalmente bastante exigentes, seja em termos de tempo, disponibilidade operacional, para libertar recursos do seu quotidiano operacional para acções de formação, quer em termos de adaptação aos racionais sobre os quais as redes futuras se estão rapidamente a suportar.

A PT, como tem sido prática desde sempre, optou pela reconversão de Quadros, a qual foi posta em prática em paralelo com o refrescamento obtido com admissões de jovens licenciados (*trainees*) e com uma política de saídas negociadas.

Este artigo aborda o processo seguido na PT Comunicações e na PT Inovação, na componente de preparação de conteúdos pedagógicos, visando o refrescamento e/ou a reconversão de Quadros, que teve como base os resultados recolhidos no trabalho de campo do Projecto ATENA, onde os espectros dos conhecimentos individuais foram levantados.

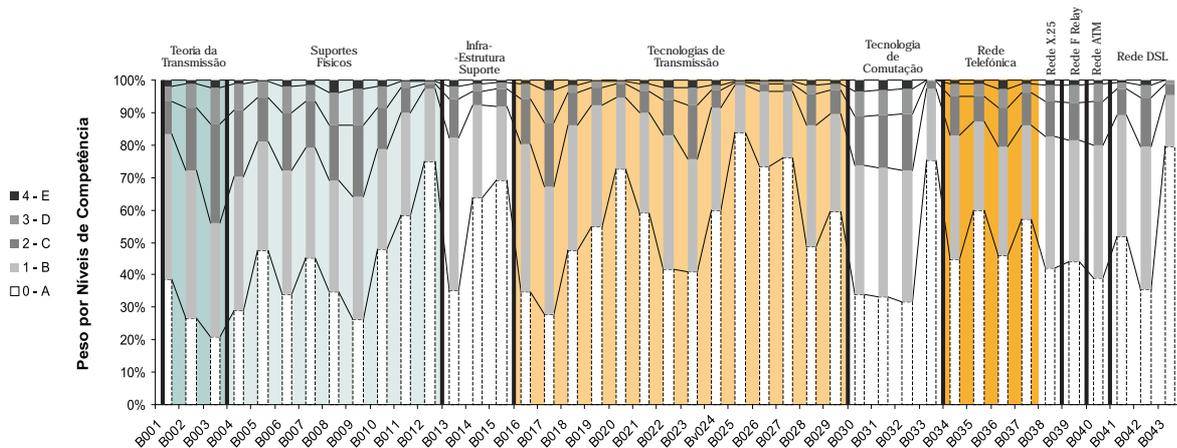


Figura 1- Proficiência Tecnologias de Rede

## 2. Descrição do processo (1)

Na sua fase inicial, em Agosto de 2006, o Projecto Atena identificou um conjunto de conhecimentos técnicos e de competências chave, cobrindo todo o espectro das tecnologias presentes no negócio de telecomunicações, desde os suportes físicos até aos desenvolvimentos Web, passando pelas redes maduras ou em final de vida, pelas redes IP, pelas Rede de Próxima Geração e pelos conteúdos. Este trabalho inicial permitiu caracterizar o conhecimento tecnológico detido ao nível de cada Quadro, que levou depois ao desenho de uma matriz de perfis de conhecimentos e à definição de áreas de actuação, actuais e futuras, bem como ao percurso profissional mais adequado para cada Quadro.

Foram a seguir desenvolvidos Módulos de Formação Atena, desenhados em função dos resultados detectados na fase de diagnóstico, permitindo depois que cada Direcção desenhasse para os seus Quadros os percursos formativos ATE-NA que se mostrassem mais eficazes para cada caso. Os primeiros Módulos de Formação tiveram lugar em Junho de 2007.

O projecto passou assim por 3 Fases: Concepção, Diagnóstico e Operacionalização.

Na fase de Concepção foram construídos questionários de diagnóstico, onde também foram identificados os vários níveis de proficiência dando origem à elaboração de Matrizes de Competências / Conhecimentos / Processos / Expectativas:

- > identificação dos conhecimentos e competências a diagnosticar;
- > definição das questões de expectativas profissionais e processos;
- > definições e *Key Words*.

Foram enviados questionários a 2638 Quadros das áreas de redes da PTC, tendo sido finalizados 2573 (97,54%).

Os Quadros que acumulavam funções de Chefia/Gestão, preencheram igualmente questionários relativamente aos seus colaboradores directos. Assim, cada colaborador ficou caracterizado tanto pela sua auto-avaliação, como pela caracterização da sua chefia.

Os questionários, respondidos via Intranet, conduziram a que cada Quadro se auto-avaliasse ao longo de 8 Competências Funcionais, 173 Conhecimentos Técnicos, e 7 Competências de Gestão (apenas para o caso de Quadros com responsa-

bilidades de enquadramento de equipas).

Após uma primeira análise de resultados seleccionaram-se, mediante critério pré-determinado, um subconjunto de respostas cujo conteúdo foi considerado necessário aferir através de entrevistas individuais. Com esse objectivo foram realizadas ao longo do país 197 entrevistas, correspondente a cerca de 15% do universo em estudo.

Foi ainda possível representar a distribuição de conhecimentos e de competências detidos pela população diagnosticada, sob a forma de imagem gráfica de leitura rápida, como se exemplifica na Figura 1.

O gráfico exhibe o nível de proficiência reportado ao subconjunto das 75 primeiras Questões relativas aos Conhecimentos Técnicos e tipifica o nível de proficiência do universo PTC, onde neste caso predomina o nível 0, e 1, numa escala de 0 a 4, onde o nível 4 é o mais elevado.

As primeiras perguntas relacionam-se com teoria de transmissão, suportes físicos, infra-estruturas de suporte, tecnologia de comutação, e transmissão, x.25, ADSL, *frame relay* ATM. O segundo gráfico, Figura 2, refere-se já à tecnologia IP,

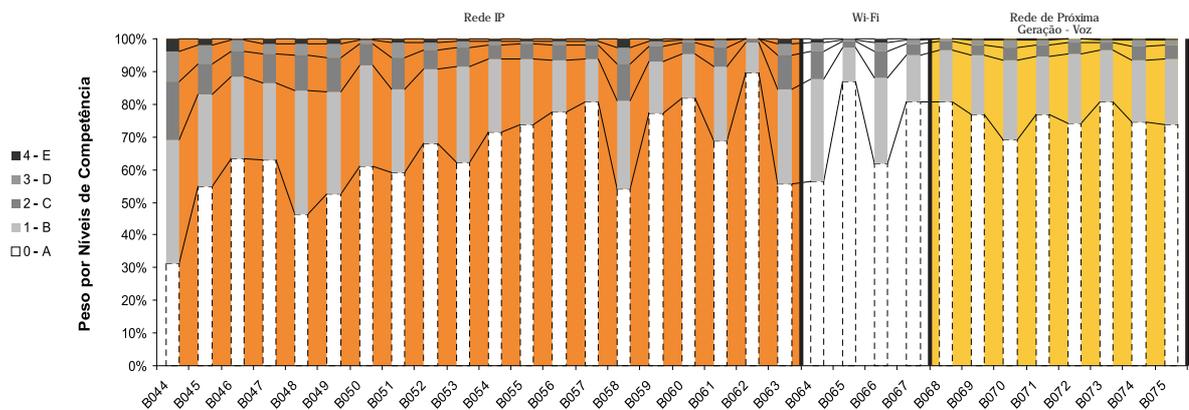


Figura 2 - Proficiência Protocolo IP

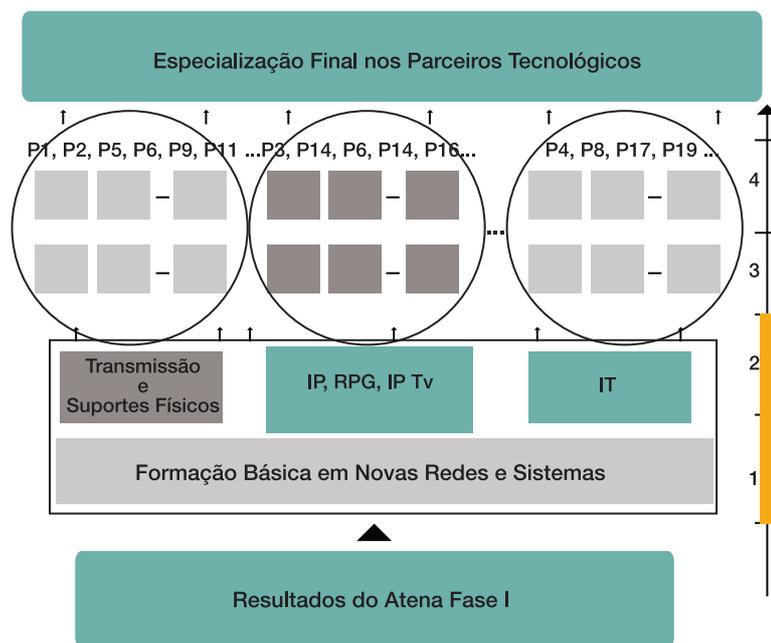


Figura 3 - Arquitectura do modelo ATENA

notando-se neste caso que o peso do nível 0 é bastante mais significativo, assim como também para as tecnologias de informação.

Podemos dizer que, de uma forma simples, o nível de proficiência 0 tem, neste exemplo particular, uma adesão muito significativa.

Terminado o diagnóstico e analisados os resultados que foram presentes ao CA da PTC em finais de 2006, a PTC passou a ficar dotada de um mapeamento transversal às

Direcções de Redes das competências de conhecimentos tecnológicos existentes na organização. Esse mapeamento evidenciou conhecimentos significativos em áreas estratégicas para o futuro.

Em contrapartida, detectou existirem manchas significativas de ausência de conhecimento em todo o universo estudado, ligeiramente atenuadas nas tecnologias tradicionais e nas redes domésticas/soluções de cliente, que provocaram a redução dos valores médios das respostas. Detectaram-

-se ainda manchas consistentes de potencial de conhecimentos reportados como não aplicados, tanto nas tecnologias maduras, como nas novas tecnologias.

Todos estes aspectos foram depois levados em conta no desenho das Arquitectura de Formação Atena.

### 3. Arquitectura da Formação ATENA

O modelo seguido para a implementação do percurso de formação foi estruturado em quatro camadas (Figura 3).

A camada 1 tem como objectivo fornecer conceitos básicos de redes e sistemas de telecomunicações, de proporcionar uma primeira abordagem aos aspectos mais relevantes que caracterizam o Protocolo IP. O diagnóstico do ATENA havia evidenciado ser necessário dotar a maioria dos Quadros de mais conhecimento acerca deste protocolo, no qual se estão a basear todos os negócios nas telecomunicações, pelo que foi dada especial relevância aos respectivos conceitos.

Como atitude pragmática, foi decidido iniciar de imediato o desenvolvimento dos módulos relativos às duas primeiras camadas do modelo. Tirou-se partido do portefólio de programas de formação já disponibilizados pela PTIN, cujos conteú-

dos foram devidamente adaptados de forma a cobrir zonas onde o trabalho de campo do Atena havia detectado maiores lacunas de conhecimento.

Todos os módulos obedeciam à linha estruturante de passar gradualmente aos formandos os conceitos que se encontram por detrás do funcionamento das Redes de Próxima Geração (RPG), e da mudança do paradigma da comunicação, bem como do papel estruturante que aí cabe ao Protocolo IP, tratado desde logo no primeiro Módulo da Camada 1, e depois desenvolvido sucessivamente ao longo das camadas seguintes.

A *suite* de formação ATENA integra sessões em sala, complementadas com *warm-up's* de acções de auto-formação suportadas em módulos de *eLearning* anteriormente desenvolvidos pela PTIN e dos quais o Projecto ATENA tirou pleno partido. Estes módulos de *eLearning* encontram-se identificados com as siglas LO (*Learning Object*) nas Figuras 4 e 5.

Para a camada 1 foram identificadas as acções de formação constantes da Figura 4.

Para a camada 2 foram identificadas as acções de formação da Figura 5.

As camadas 3 e 4 ainda se encontram muito pouco especificadas, uma vez que os conteúdos destas são muito dependentes das aplicações em concreto.

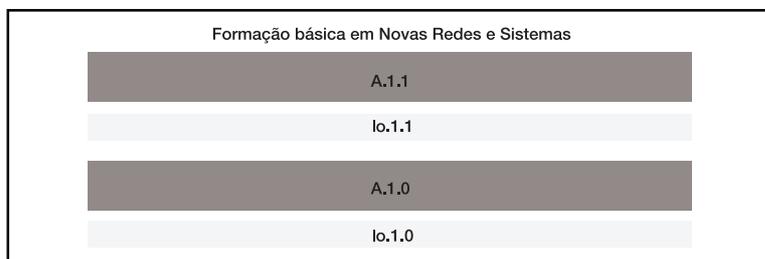
#### 4. Resultados

Concluídos os conteúdos relativos as acções de formação para a camada 1 e 2, foram identificados pelas diversas Direcções das áreas de rede cerca de 950 formandos aos quais estas acções seriam ministradas. Nesta fase, o envolvimento da PT Inovação foi mais intenso, seja na definição dos conteúdos

para cada um dos módulos, sejam no aperfeiçoamento dos mesmos e na identificação do formador mais adequado à monitoria de cada módulo. Após uma primeira fase de validação dos conteúdos, com turmas piloto que decorreram em Junho e Julho de 2007, entrou-se numa fase de produção muito intensa, a qual

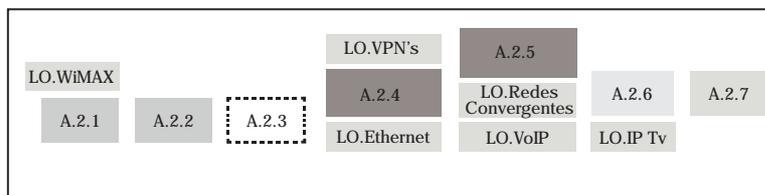
atingiu picos de mais de 90 alunos/semana durante o mês de Novembro.

A percentagem de ocupação dos cursos, na sua maioria composta por turmas com 20 formandos, foi na faixa dos 90%, número bastante invulgar em acções deste tipo.



A.1.0 - Fundamentos de Sistemas de Telecomunicações	2,5 dias
A.1.1 - Fundamentos do protocolo TCP/IP no contexto da arquitectura da Rede de Próxima Geração	2,5 dias
LO.1.0. - Sistemas e Redes de Telecomunicações	8 horas
LO.1.1. - Introdução ao IP	8 horas

Figura 4 - Formação Básica em RPG



A.2.1. - Redes de Transmissão e a sua envolvente	2,5 dias
A.2.2.- Suportes Físicos e a sua envolvente	
A.2.3. - Sistemas de suporte	
A.2.4. - Introdução ao protocolo TCP/IP e aos protocolos de encaminhamento	4,5 dias
A.2.5. - Arquitectura de Rede e de Próxima Geração	2,5 dias
A.2.6. - Introdução ao IP Tv	1 dia
A.2.7. - TI's e Plataformas de Serviços	

LO.XXX - Módulos de *eLearning*

Figura 5 - Formação Avançada em RPG

Nesta fase do plano de formação foi já possível integrar formandos da DON A e da DON M.

No final de 2007, cerca de 50% da população inicialmente identificada havia passado por um ou mais Módulos de Formação ATENA

### 5. Importância para os negócios da PTC

Este projecto tem sido fundamental para o grupo PT. Sendo previsível a curto prazo a substituição da comutação de circuitos por comutação de pacotes, (existem referências temporais para início da próxima década) esta reconversão profissional adquire uma importância elevada, e uma criteriosa selecção de novos quadros e de novos técnicos.

### 6. Conclusões

No final de 2007, levando em conta a percentagem da população alvo que tinha sido coberta, bem como o número de horas leccionadas, foi possível retirar algumas conclusões, quer quanto à forma como os conteúdos foram desenvolvidos, quer quanto ao modo como a formação decorreu.

Na camada 1, a Acção A.1.0 - Fundamentos do Sistema de Telecomunicações, com a duração de 2,5 dias, foi considerada de enorme utilidade, sendo opinião generalizada que ela se afigura aplicável não só à população oriunda das áreas técnicas, mas igualmente à das áreas comerciais, que até ao momento não haviam sido envolvidas.

A Acção A.1.1 – Fundamentos do TCP/IP no Contexto das Redes de Próxima Geração, igualmente com a duração de 2,5 dias, foi por alguns formandos considerada como demasiado intensa e especializada para acção da camada 1. Este aspecto está a ser levado em conta com vista a eventuais acções futuras.

O Plano de Formação ATENA 2007

disponibilizou para as duas Acções da Camada 1, um total de 440 vagas, tendo registado em ambas índices de frequência superiores a 90%, traduzindo o interesse pelo tema, acrescido de uma invulgar capacidade de mobilização do lado das Direcções de Redes da PTC.

Na Camada 2, as Acções mais frequentadas foram a A.2.1. – Rede de Transmissão e a sua Envolvente, e a A.2.5. – Introdução às Redes de Próxima Geração, ambas com índices de ocupação acima de 85%. O Plano 2007 calendarizou 16 turmas no total das Acções da camada 2, equivalente a uma oferta de 400 lugares de formação.

Uma área onde se identifica uma necessidade de rever quer conteúdos, quer metodologia de formação é a observada na Acção 2.7. – IT e Plataformas de Serviço. Foram efectuadas 3 edições nas quais não se logrou atingir um envolvimento da parte dos formandos na temática a abordar, havendo ainda necessidade de obter consensos relativamente aos conteúdos estruturantes a que a Acção se deverá subordinar.

Da experiência conjunta PTC/PTIN ao longo desta fase do Projecto ATENA, podemos afirmar que o sucesso de iniciativas deste tipo depende da atempada e eficaz concretização de cada uma de 6 etapas estruturantes a levar à prática de modo sequencial.

Do lado da entidade formadora:

- > conhecer a população alvo e desenhar a adequada arquitectura de cursos;
- > especificar objectivos e conteúdos;
- > desenvolver os suportes e enquadrar os formadores.

Do lado dos formandos e de quem os selecciona:

- > mapear os colaboradores e defi-

nir-lhes um percurso;

- > inscrevê-los nos cursos pela sequência certa;
- > explicar-lhes porque foram inscritos.

Como em tantas outras situações que ocorrem no âmbito do negócio da PTC, o resultado final será sempre aferido pelo da etapa que vier a revelar-se pior concretizada.

Notas:

(1) Esta fase do Projecto Atena incidiu sobre os Quadros do Continente. Foi mais tarde estendido à DON-A e DON-M. Nos dois casos contou com a colaboração da Accenture, seleccionada inicialmente para apoiar a PTC na definição da metodologia, no lançamento dos questionários e na análise dos resultados.

Referências

[1] Eng. Mário de Almeida - *Projecto "ATENA" Metodologia, Principais Resultados e sua Implementação.*

Manuel Veríssimo P. M. Marques, licenciou-se em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações (Universidade de Aveiro, 1982) é Mestre em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações (Universidade de Aveiro, 2000). Desenvolve actualmente a sua actividade na área das Redes de Próxima Geração (RPG), dedicando especial atenção a formação tecnológica dos quadros da PT em RPG.

Mário J. F. de Almeida, licenciou-se em Telecomunicações e Electrónica no Instituto Superior Técnico, Lisboa (1972), e desde 1974 que desenvolve a sua actividade no sector das telecomunicações. Coordenou a intervenção da PT na EXPO'98; entre 2001 e 2003 desempenhou funções em S. Paulo, como CTO da Primesys. Foi responsável pela primeira fase do Projecto Atena concluída em Janeiro de 2008.

## siglas & acróimos

#

3G Terceira geração  
3GPP *3rd Generation Partnership Project*

A

AAA *Authenticathion, Authorization and Accounting*  
AACv2 *Advanced Audio Codingv2*  
ABC *Always Best Connected*  
ADM *Add/Drop Multiplexers*  
ADSL *Asymmetric Digital Subscriber Line*  
AIE Arquivo de Interface Externa  
AJAX *Asynchronous Javascript and XML*  
ALC *Asynchronous Layered Coding*  
ALI Arquivo Lógico Interno  
AmI Ambientes Inteligentes  
AMR-WB+ *Adaptive Multi Rate – WideBand plus*  
AN *Ambient Networks*  
ANA *Autonomic Network Architecture*  
APF Análise de Pontos de Função  
API *Application Programming Interface*  
APN *Access Point Name*  
AR Arquivo Referenciado  
ARPANET *Advanced Research Projects Agency Network*  
ARPU *Average Revenue Per User*  
ARQ *Automatic Repeat Request*  
AS *Application Server*  
ASA *Autonomic Service Architecture*  
ASN-GW *Access Service Network Gateway*  
ATM *Asynchronous Transfer Mode*  
AVC *Advanced Video Coding*

B

B2BUA *Back-to-Back User Agent*  
BGCF *Breakout Gateway Control Function*  
BGP *Border Gateway Protocol*  
BiM *Binary Mode*  
BM-SC *Broadcast Multicast - Service Center*  
BNG *Broadband Network Gateway*  
BPEL *Business Process Execution Language*  
BPMS *Business Process Management Systems*  
BPR *Business Process Reengineering*  
BS *Base Station*  
BSS *Business Support Systems*

C

CA Conselho de Administração  
CAP *CAMEL Application Part*

CAPEX *Capital Expenditure*  
CCA *Command Core Architecture*  
CDC *Connected Device Configuration*  
CDMA *Code Division Multiple Access*  
CDR *Call Detail Records*  
CE Consulta Externa  
CET *Carrier Ethernet Transport*  
CID *Connection Identifier*  
CIDR *Classless Inter-Domain Routing*  
CIF *Common Intermediate Format*  
CLDC *Connected Limited Device Configuration*  
CO *Connection-Oriented*  
COFDM *Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*  
CoS *Class of Service*  
CoT *Circle of Trust*  
CPE *Customer Premises Equipment*  
CPU *Central Processing Unit*  
CRBT *Coloured Ring Back Tone*  
CS *Circuit Switched*  
CSCF *Call Session Control Function*  
CSE *Camel Service Enviomement*  
CTF *Control Transport Framework*

D

DEI Departamento de Engenharia Informática  
DiNO *Download Innovation*  
DLC *Dynamic Layer Container*  
DL-SCH *Downlink Shared Channel*  
DNS *Domain Name System*  
DNSBL *DNS-based Blacklists*  
DOM *Document Object Model*  
DON-A Direção Operacional de Negócios - Açores  
DON-M Direção Operacional de Negócios - Madeira  
DSLAM *Digital Subscriber Line Access Multiplexer*  
DVB *Digital Video Broadcasting*  
DVB-H *Digital Video Broadcast – Handheld*  
DVB-IPDC *Digital Video Broadcasting - Internet Protocol Datacasting*  
DVB-SH *Digital Video Broadcasting - Satellite to Handheld*  
DVB-T *Digital Video Broadcasting – Terrestrial*  
DVD *Digital Versatile Disc*  
DWDM *Dense Wavelength Division Multiplexing*

E

ECG ElectroCardiograma  
ECMP *Equal-Cost Multipath*  
EE Entrada Externa  
EMG ElectroMiograma  
eNB *evolved Node B*  
EPC *Evolved Packet Core*  
EPG *Electronic Program Guide*  
ESB *Enterprise Service Bus*  
ESG *Electronic Service Guide*

eTOM	<i>enhanced Telecom Operations Map</i>		sobre protocolo IP
ETSI	<i>European Telecommunications Standard Institute</i>	ISC	<i>IMS Session Control</i>
E-UTRAN	<i>Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network</i>	ISDB-T	<i>Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial (Japan)</i>
<b>F</b>		ISDN	<i>Integrated Services Digital Network</i>
FCAPS	<i>Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security</i>	ISIS	<i>Intermediate System to Intermediate System</i>
FDMA	<i>Frequency Division Multiple Access</i>	IS-IS	<i>Intermediate System to Intermediate System</i>
FEC	<i>Forward Equivalence Classes</i>	ISP	<i>Internet Service Provider</i>
FEC	<i>Forward Error Correction</i>	IT	<i>Information Technology</i>
FFT	<i>Fast Fourier Transform</i>	ITU-T	<i>International Telecommunications Union - Telecommunication Standardization Sector</i>
FLUTE	<i>File Delivery over Unidirectional Transport</i>		
FLV	<i>Flash Video</i>	<b>J</b>	
FMIP	<i>Fast Mobile IP</i>	J2EE	<i>Java 2 Enterprise Edition</i>
FQDN	<i>Fully Qualified Domain Name</i>	J2ME	<i>Java 2 Micro Edition (Sun)</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>	JAIN	<i>Java APIs for Integrated Networks</i>
<b>G</b>		JBPM	<i>Java Business Process Management</i>
GDA	<i>Group Destination Address</i>	JCP	<i>Java Community Process</i>
GEMF	Grupo de Estudos Monetários e Financeiros	JDBC	<i>Java Database Connectivity</i>
GGSN	<i>Gateway GPRS Support Node</i>	JEE	<i>Java Enterprise Edition</i>
GMPLS	<i>Generalized MPLS</i>	JMX	<i>Java Management eXtensions</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>	JSD	<i>JavaServer Pages</i>
GSA	<i>Group Source Address</i>	JSR	<i>Java Specification Request</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communication</i>	JTWI	<i>Java Technology for the Wireless Industry</i>
GZIP	<i>GNU Zip</i>	JUSSA	<i>Joining Useful Systems in Sustainable Architecture</i>
<b>H</b>		<b>L</b>	
HARQ	<i>Hybrid Automatic Repeat Request</i>	L2VPN	<i>Layer 2 Virtual Private Network</i>
HO	<i>Handover</i>	LA	<i>Liberty Alliance</i>
HSDPA	<i>High-Speed Downlink Packet Access</i>	LDAP	<i>Lightweight Directory Access Protocol</i>
HSPA	<i>High Speed Packet Access</i>	LDP	<i>Label Distribution Protocol</i>
HSS	<i>Home Subscriber Server</i>	LIF	<i>Location Interoperability Forum</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>	LSP	<i>Label Switched Path</i>
HTTP	<i>Hyper Text Transfer Protocol</i>	LTE	<i>Long Term Evolution</i>
HTTPS	<i>Hyper Text Transfer Protocol Secure Sockets</i>	<b>M</b>	
H-VPLS	<i>Hierarchical VPLS</i>	MAC	<i>Medium Access Control</i>
<b>I</b>		MAS	<i>Mobile Service Architecture</i>
I-CSCF	<i>Interrogating CSCF</i>	MBMS	<i>Multimedia Broadcast/Multicast Service</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>	mCID	<i>multicast CID</i>
IdP	<i>Identity Provider</i>	MDF	<i>Media Delivery Function</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i>	MDFC	<i>Media Delivery Function Controller</i>
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>	MDFP	<i>Media Delivery Function Processor</i>
IGMP	<i>Internet Group Management Protocol</i>	MediaFLO	<i>Media Forward Link Only</i>
IMAP4	<i>Internet Message Access Protocol</i>	MEF	<i>Metro Ethernet Forum</i>
IM-SSF	<i>IP Multimedia - Service Switching Function</i>	MExE	<i>Mobile EXecution Environment</i>
IMS	<i>IP Multimedia Subsystem</i>	MGCF	<i>Media Gateway Control Function</i>
INESC	Instituto de Engenharia de Sistema e Computadores	MGW	<i>Media Gateway</i>
INM	<i>In-Network Management</i>	MICS	<i>Media Independent Command Service</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>	MIES	<i>Media Independent Event Service</i>
IPDC	<i>IP Datacast (over DVB-H)</i>	MIH	<i>Media Independent Handover</i>
IPoE	<i>Internet Protocol over Ethernet</i>	MIHF	<i>Media Independent Handover Function</i>
IPTV	<i>Internet Protocol Television - Televisão Digital</i>	MIHO	<i>Mobile Initiated Handover</i>
		MIHU	<i>Media Independent Handover Function Users</i>

MIIS	<i>Media Independent Information Service</i>	PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
MIMO	<i>Multiple Input, Multiple Output</i>	PDCP	<i>Packet Data Convergence Protocol</i>
MME	<i>Mobility Management Entity</i>	PDF	<i>Policy Decision Function</i>
MMS	<i>Multimedia Messaging Service</i>	PDH	<i>Plesiochronous Digital Hierarchy</i>
MPE	<i>Multi Protocol Encapsulation</i>	PF	Ponto de Função
MPEG -2	<i>Motion Picture Experts Group 2 (Standard - Compressed Video at 4-9 Mbps)</i>	P-GW	<i>Packet Gateway</i>
MPLS	<i>Multi Protocol Label Switching</i>	PHP	<i>Penultimate Hop Pop</i>
MRF	<i>Multimedia Resource Function</i>	PHY	<i>Physical Layer Device</i>
MRFC	<i>Multimedia Resource Function Controller</i>	PIM	<i>Personal Information Manager</i>
MRFP	<i>Multimedia Resource Function Processor</i>	PIM-SM	<i>Protocol Independent Multicast - Sparse Mode</i>
MSC	<i>Multimedia Session Continuity</i>	PMIP	<i>Proxy Mobile IP</i>
MTA	<i>Mail Transport Agent</i>	PoA	<i>Point of Attachment</i>
<b>N</b>		PON	<i>Passive Optical Network</i>
NA	<i>Network Activator</i>	POP3	<i>Post Office Protocol 3</i>
NAS	<i>Non-Access Stratum</i>	PoS	<i>Point of Service</i>
NAT	<i>Network Address Translation</i>	PPPoE	<i>Point-to-Point Protocol over Ethernet</i>
NE	<i>Network Equipment</i>	PRADO	<i>Process Analysis and activities DefinitioN</i>
NGIN	<i>Next Generation Intelligent Networks</i>	PRB	<i>Physical Resource Blocks</i>
NG-PDH	<i>New Generation -Hierarhy Plesiochronous Digital Hierarchy</i>	PS	<i>Packet Switched</i>
NIHO	<i>Network Initiated Handover</i>	PSI	<i>Program Specific Information</i>
NMS	<i>Network Management Systems</i>	PTC	PT Comunicações
Non-PoS	<i>Non-Point of Service</i>	PTR Record	<i>Pointer record, a type of DNS record</i>
<b>O</b>		PTZ	<i>pan-tilt-zoom</i>
O <sup>2</sup> CS	<i>Online/Offline Charging System</i>	PWE	<i>Pseudo-Wire Emulation</i>
OAM	<i>Operation And Management</i>	PWE3	<i>Pseudo-Wire Emulation Edge to Edge</i>
OCS	<i>Online Charging System</i>	<b>Q</b>	
OFDM	<i>Orthogonal Frequency Divison Multiplexing</i>	QAM	<i>Quadrature Amplitude Modulation</i>
OFDMA	<i>Orthogonal Frequency Division Multiple Access</i>	QoS	<i>Quality of Service</i>
OM	<i>Order Manager</i>	QPSK	<i>Quadrature Phase Shift Keying</i>
OMA	<i>Open Mobile Alliance</i>	<b>R</b>	
OMA OSE	<i>Open Mobile Alliance - Open Services Environment</i>	RA	<i>Resource Adapters</i>
OPEX	<i>Operational Expenditure</i>	RAC	<i>Radio Admission Control</i>
OSA-SCS	<i>Open Service Access - Service Capability Server</i>	RAM	<i>Random-Access Memory</i>
OSE	<i>OMA Service Environment</i>	RAN	<i>Radio Access Network</i>
OSE	<i>Open Source Engine</i>	RBL	<i>Real-time Blackhole List</i>
OSI	<i>Open Systems Interconnection</i>	RFID	<i>Radio Frequency Identification Device</i>
OSPF	<i>Open Shortest Path First</i>	RFS	<i>Resource Facing Services</i>
OSS	<i>Operations Support Systems</i>	RLC	<i>Radio Link Control</i>
OTN	<i>Optical Transport Network</i>	RMON	<i>Remote Network MONitoring</i>
OTT	<i>Over The Top</i>	RNC	<i>Radio Network Controller</i>
<b>P</b>		RPG	Redes de Próxima Geração
PAPR	<i>Peak-to-Average Power Ratio</i>	RRC	<i>Radio Resource Control</i>
PASI	Plano de Acção para a Sociedade da Informação	RSS	<i>Really Simple Syndication</i>
PB	<i>Provider Bridge</i>	RSTP/MSTP	<i>Rapid / Multiple Spanning Tree Protocol</i>
PBB	<i>Provider Backbone Bridge</i>	RSVP	<i>Resource ReSerVation Protocol</i>
PBB-TE	<i>Provider Backbone Bridge- Traffic Engineering</i>	RTCP	<i>Real time Control Protocol</i>
PBT	<i>Provider Backbone Transport</i>	RTDAP	<i>Real Time Data Application Protocol</i>
PC	<i>Personal Computer</i>	RTP	<i>Real-time Transfer Protocol</i>
PCEP	<i>Policy and Charging Enforcement Point</i>	<b>S</b>	
PCRF	<i>Policy Control and Charging Function</i>	SA	<i>Source Address</i>
P-CSCF	<i>Proxy CSCF</i>	SAE	<i>System Architecture Evolution</i>
		SBTV D	Sistema Brasileiro de Televisão Digital
		SCE	<i>Service Creation Environment</i>

SC-FDMA	<i>Single Carrier – Frequency Division Multiple Access</i>	U	
SCIM	<i>Service Capability Interaction Manager</i>	UBE	<i>Unsolicited Bulk Email</i>
S-CSCF	<i>Serving CSCF</i>	UC	Universidade de Coimbra
SDAC	<i>Southern African Development Community</i>	UCE	<i>Unsolicited Commercial Email</i>
SDF	<i>Service Delivery Framework</i>	UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
SDH	<i>Synchronous Digital Hierarchy</i>	UE	<i>User Equipment</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>	UHF	<i>Ultra High Frequency (300-3000 MHz; 1m-10cm)</i>
SDP	<i>Service Delivery Platforms</i>	UL-SCH	<i>Uplink Shared Channel</i>
SE	Saída Externa	UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunication System</i>
SFN	<i>Single Frequency Network</i>	UPCASE	<i>User Programmable Context-Aware Services</i>
SGSN	<i>Serving GPRS Support Node</i>	URL	<i>User Datagram Protocol</i>
S-GW	<i>Serving Gateway</i>	V	
Shijnet <sup>®</sup>	<i>Service Handling on IP Networks</i>	VAF	Valor do Fator de Ajuste
SI	<i>Sistemas de Informação</i>	VAFA	Valor do fator de ajuste da aplicação depois do projeto de melhoria ( <i>After</i> )
SID	<i>Shared Information and Data Model</i>	VAFB	Valor do fator de ajuste da aplicação antes do projeto de melhoria ( <i>Before</i> )
SIP	<i>Session Initiation Protocol</i>	VC1	<i>SMPTE 421M Video Codec</i>
SIP-AS	<i>Session Initiation Protocol - Application Server</i>	VCC	<i>Voice Call Continuity</i>
SLA	<i>Service Level Agreement</i>	VHF	<i>Very High Frequency (30-300 MHz; 10-1m)</i>
SLEE	<i>Service Logic Execution Environment</i>	VLAN	<i>Virtual Local Area Network</i>
SMPP	<i>Short Message Peer-to-Peer (protocol)</i>	VM	<i>Virtual Machine</i>
SMS	<i>Short Message Service</i>	VoIP	<i>Voice over Internet Protocol</i>
SMTP	<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>	VPLS	<i>Virtual Private LAN Service</i>
SMTP	<i>Simple Message Transfer Protocol</i>	VPN	<i>Virtual Private Network</i>
SNMP	<i>Simple Network Management Protocol</i>		
SO	Sistema Operativo	W	
SOA	<i>Service Oriented Architecture</i>	WCDMA	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i>
SONET	<i>Synchronous Optical Network</i>	WDM	<i>Wavelength Division Multiplexing</i>
SP	<i>Service Providers</i>	Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity (IEEE 802.11b wireless networking)</i>
SS	<i>Subscriber Station</i>	WiMAX	<i>Worldwide Interoperability for Microwave Access</i>
SS#7	<i>Signaling System 7/Sistema de Sinalização nº7</i>	WSDL	<i>Web Services Definition Language</i>
SVG	<i>Scalable Vector Graphics</i>	X	
SWIFT	<i>Secure Widespread Identities for Federated Telecommunications</i>	XAF	<i>eXtensible Application Framework</i>
T		XCAP	<i>XML Configuration Access Protocol</i>
TCAP	<i>Transaction Capabilities Application Part</i>	XDM	<i>XML Document Management</i>
TCO	<i>Total Cost of Operation</i>	XDMC	<i>XML Document Management Client</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>	XDMS	<i>eXtensible Document Management Server</i>
CP/IP	<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i>	xDSL	<i>x Digital Subscriber Line</i>
TD	Tipo de Dado	XML	<i>eXtensible Markup Language</i>
TDAB	<i>Terrestrial Digital Audio Broadcasting</i>	XMPP	<i>eXtensible Message and Presence Protocol</i>
TDI	<i>Total Degree of Influence (Nível Total de Influência)</i>	XSD	<i>XML Schema Definition</i>
TDM	<i>Time Division Multiplexing</i>	XSLT	<i>eXtensible Stylesheet Language Transformations</i>
T-DMB	<i>Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting</i>		
TDT	Televisão Digital Terrestre		
TISPAN	<i>TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization over Networks) and SPAN (Services and Protocols for Advanced Networks)</i>		
T-MPLS	<i>Transport-MPLS</i>		
TR	Tipo de Registro		
TS	<i>Transport Stream</i>		
TTI	<i>Transmission Time Interval</i>		

