# apresentação

**Paulo Nordeste**
Presidente da Comissão Executiva da
PT Inovação

Cada vez mais a capacidade competitiva das empresas assenta no conhecimento detido pelos seus recursos humanos.

O Grupo PT tem sabido investir não só na criação, mas também na divulgação do conhecimento adquirido.

A revista "Saber e Fazer" é uma das formas da PT Inovação cumprir uma parte da missão que lhe está atribuída: "Divulgar conhecimento".

A nossa participação em projectos de Investigação e Desenvolvimento, em colaboração com entidades nacionais e internacionais, é uma das fontes principais para a obtenção de conhecimento. Este conhecimento "teórico" é depois misturado com o "conhecimento real" que aprendemos todos os dias com os nossos colegas das áreas operacionais".

Esta mistura de tecnologia e experiência acumulada, tem permitido à PT Inovação desenvolver produtos e serviços competitivos a nível mundial.

Os artigos da revista ilustram bem esta mistura abordando conceitos, tecnologias, processos e obviamente produtos e serviços.

A todos os que contribuíram para mais esta edição da nossa revista, especialmente aos autores, pelo seu esforço na preparação dos artigos, em acumulação com os seus compromissos planeados, quero deixar o meu apreço e reconhecimento.

01

Bernardo Cardoso

Roger Salgado

Hugo Dias

Fausto Carvalho


# Aplicações IPTV


palavras-chave:
IPTV, *Triple Play*, STB, Convergência, Conteúdos, Aplicações, MEO



Este artigo descreve algumas das contribuições da PT Inovação, no âmbito do lançamento da plataforma MEO da PT Comunicações, para a oferta comercial de serviços de IPTV. De início são apresentados resultados de trabalhos já concluídos e incorporados na solução, nomeadamente no que diz respeito à customização do Portal IPTV disponibilizado nas *Set-top Boxes* (STB), bem como o desenvolvimento de um conjunto de aplicações que exemplificam as potencialidades da plataforma e o *know-how* adquirido.

Numa segunda parte são perspectivadas as evoluções previstas e apresentadas algumas funcionalidades e desenvolvimentos que se espera virem a enriquecer a plataforma, potenciando o aproveitamento de *know-how* já adquirido, nomeadamente no que diz respeito à arquitectura de convergência T!Vox entre telefonia e TV, sistemas de anotação, *clipping* de vídeo e sistemas de recomendação de conteúdos.

## 1. Introdução

A PT Inovação tem vindo, ao longo da última década, a desenvolver trabalhos que permitiram uma forte aquisição de *know-how* ligado aos agora denominados sistemas de IPTV (Televisão Digital sobre protocolo IP). Deste conhecimento foi resultando a criação de diversos protótipos e demonstradores que permitiram promover, dentro e fora do grupo PT, este tipo de tecnologias e sistemas.

Assim, não foi de estranhar o forte envolvimento da PT Inovação nos vários processos que conduziram ao lançamento do MEO, a oferta comercial de IPTV/Triple Play da PT Comunicações. Este contributo endereçou diversas áreas, incluindo formação, certificação de *hardware,* acompanhamento de instaladores e suporte no *helpdesk*.

Esta cooperação estendeu-se ainda a aspectos de maior visibilidade para os clientes do serviço, nomeadamente no que diz respeito à customização da interface com o utilizador e ao desenvolvimento de aplicações, tanto em termos de prova de conceito (*proof of concept*), como para entrada em produção.

É precisamente sobre estas últimas componentes do serviço que este artigo se debruça.

Assim, inicialmente é analisada a customização da interface com o utilizador presente nas STB (*Set-top Box*) do serviço MEO, seguidamente são descritas as provas de conceito criadas para avaliação e validação funcional, sendo finalmente referidas algumas das aplicações que se encontram em desenvolvimento, estando à data de escrita deste artigo em fase de conclusão, para posterior operacionalização na plataforma.

Antes de uma breve conclusão, serão ainda perspectivadas as previsíveis evoluções do serviço, quer em termos da própria interface com o utilizador, quer no que diz respeito a aplicações adicionais avançadas, que tirem partido da plataforma instalada e acrescentem valor para o cliente final.

## 2. Customização da interface com o utilizador

O serviço MEO usa a plataforma de IPTV da Microsoft, recentemente baptizada Mediaroom[1].

Como em todas as soluções de IPTV, a parte visível do serviço é concretizada através da utilização de uma STB que, na sua forma mais básica, descodifica o vídeo digital e permite ao cliente ver televisão, mas que também permite aceder a todos os serviços disponibilizados pela plataforma, por exemplo o Guia de Programação, o Gravador Digital e o *Video on Demand* (VOD). O acesso a estes serviços é efectuado directamente na televisão através dum telecomando e utilizando a interface com o utilizador disponível na STB.

### 2.1 Enquadramento

A Microsoft fornece o *software* para a STB com um *look and feel* genérico, que estabelece as bases de funcionamento do serviço, mas que está intencionalmente pensado para ser customizado.

Desta forma, cada operador introduz

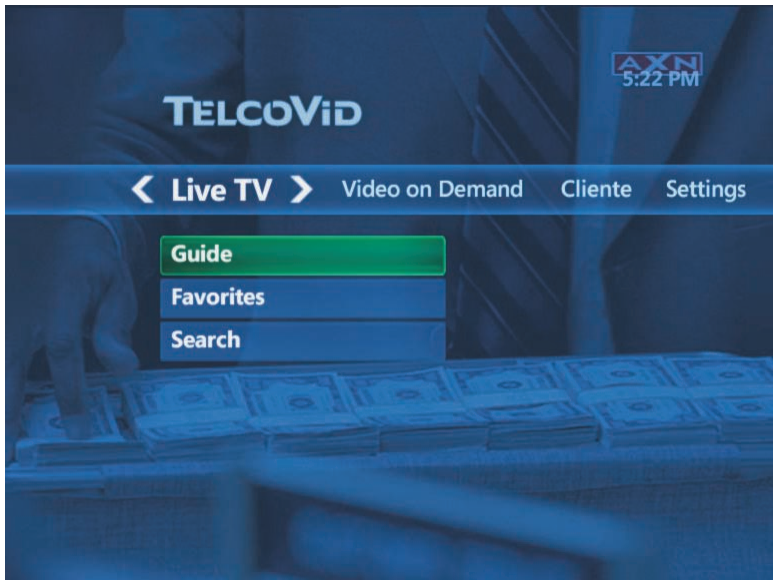



Figura 1 – Menu principal original

Figura 2 – Menu principal MEO

o *branding* adequado para obter um determinado nível de diferenciação em relação aos outros operadores com a mesma plataforma e moldar a imagem do serviço à sua própria imagem, através da sua própria marca.

No caso do serviço MEO, a questão da marca, as bases da imagem e respectiva comunicação foram contratados a uma empresa especializada neste tipo de serviços (*branding*). Usando esse trabalho como suporte, a UNTV (Unidade de Negócios de TV da PT Comunicações) aplicou esses conceitos aos diversos componentes da plataforma, nomeadamente aos vários menus e ecrãs que compõem a interface com o utilizador disponível na STB. Esta fase concretizou-se pela criação de maquetas que serviram de especificação e guia para a materialização da customização propriamente dita.

### 2.2 Abordagem técnica

Em termos técnicos, a interface da STB é produzida com base numa série de documentos XML e imagens JPEG e PNG. A linguagem de descrição usada nas páginas XML permite a utilização de um conjunto de *widgets* pré-estabelecidos, tais como menus, botões, áreas de texto, áreas de *Picture-in-Picture* (PIP), entre outros. Existe também suporte para uma espécie de *stylesheet* que permite manter alguma coerência de estilo em todas as páginas, sem a necessidade de repetição de definições.

O que ao início parecia ser uma tarefa relativamente acessível tornou–se rapidamente num trabalho bastante delicado, pois a especificação apresentada pela UNTV conduziu à alteração de praticamente todas as cerca de 180 páginas, bem como as mais de 250 imagens JPEG e PNG.

Este processo implicou ainda a verificação do aspecto de cada ecrã para os quatro modos de visualização previstos (*Standard Definition 4:3, Standard Definition 16:9, High Definition 720p e High Definition 1080i*).

Para complicar ainda mais todo esse processo, o trabalho foi realizado com base num emulador da plataforma, e em diversas situações deparámo-nos com incompatibilidades entre as soluções usadas no simulador e os resultados observados na STB. Tal como qualquer peça de *software* da actualidade, a plataforma de IPTV da Microsoft é um sistema bastante complexo, com interacções entre múltiplos módulos e processos, por vezes de formas inicialmente não previstas, donde resultam situações inesperadas de erro e expondo mesmo

alguns *bugs* de *software*. Nestas situações foi necessário encontrar soluções alternativas (*workarounds*), até os problemas poderem ser correctamente diagnosticados e devidamente corrigidos pelo fabricante da plataforma.

### 2.3 Solução proposta

Independentemente das dificuldades acima mencionadas, foi possível realizar um trabalho que esteve à altura das expectativas da UNTV, embora existam situações pontuais que necessitam ainda de alguma optimização e certamente virão a ser resolvidas com base em evoluções da própria plataforma.

Nas figuras apresentadas é ilustrada sucintamente a evolução que algumas secções do *software* de base fornecido pela Microsoft tiveram até ao que os clientes do serviço MEO podem usufruir actualmente.

Na Figura 1 pode observar-se o aspecto que o Menu principal da plataforma IPTV da Microsoft tem num cliente não customizado. Na Figura 2 pode ver-se o mesmo ecrã, mas agora com a actual customização MEO.

Uma página muito complexa, que representa um desafio em qualquer plataforma deste género, é a que nos mostra o guia de programação, em inglês denominado EPG (*Electronic Program Guide*). Na versão original da Microsoft, apresentada na Figura 3, pode observar-se que, para além da própria grelha de programação, existe também a emissão de televisão como fundo, um PIP com o programa do item seleccionado nessa mesma grelha, bem como informação resumida desse programa – a sinopse.

Na Figura 4 apresenta-se a versão do EPG do serviço MEO, o GuiaTV. Embora não visível na figura, os ecrãs apresentam animações dos títulos e dos logótipos presentes, animações essas inexistentes na versão *standard*.

Figura 3 – Guia TV original

Figura 4 – GuiaTV MEO

Para terminar esta pequena comparação do antes e do depois da customização, as Figuras 5 e 6 mostram um ecrã que é uma das imagens de marca desta plataforma.

Na prática, o que se vê nessas capturas é a funcionalidade de se poder fazer *zapping* de canais num PIP que aparece sobreposto ao canal de televisão corrente, isto é, pode fazer-se um *zapping*, com informação do GuiaTV, sem deixar de ver o canal actual.

Estes são apenas alguns exemplos dos muitos ecrãs que tiveram de ser customizados para a criação do serviço MEO.

## 3. Provas de conceito

Paralelamente ao trabalho de custo-

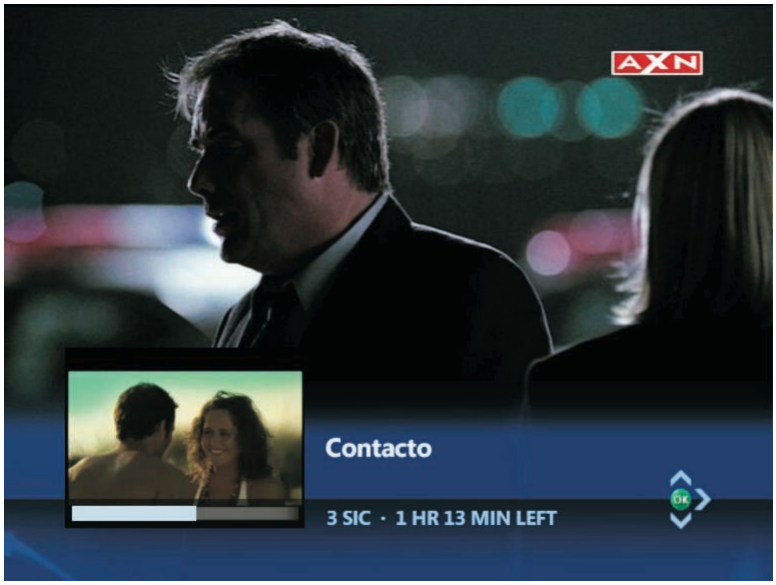



Figura 5 – *Zapping* no PIP original

Figura 6 – *Zapping* no PIP MEO

mização do *User Interface* do serviço MEO, a PT Inovação criou um conjunto de pequenas aplicações destinadas a explorar as diversas funcionalidades disponibilizadas pela plataforma Microsoft IPTV, tendo em vista o posterior estabelecimento de uma arquitectura de referência para o desenvolvimento de aplicações vocacionadas para utilização pelos clientes finais, i.e., aplicações com interface de utilizador na STB.

### 3.1 Requisitos

Tendo como objectivo a experimentação e demonstração das facilidades da plataforma, as aplicações escolhidas circunscreveram-se ao típico dos cenários de *walled garden*, nomeadamente uma aplicação de consulta aos filmes disponíveis nos cinemas, uma pesquisa às farmácias de serviço e um serviço de notícias. Foi intenção, desde o início, que estes exemplos usassem dados reais, provenientes de fornecedores de conteúdos que permitissem uma eventual implementação dos serviços, dando preferência aos conteúdos já disponíveis no Sapo.

### 3.2 Solução proposta

Para além da componente de experimentação tecnológica, mais explorada na aplicação de notícias através da utilização de imagem, vídeo e áudio, optou-se por realizar alguma investigação em termos dos paradigmas da selecção da informação a apresentar inicialmente e dos métodos para introdução de dados de pesquisa. Considerando que é possível obter a localização geográfica de cada cliente, pois a tecnologia de base é ADSL e está disponível informação quer da linha de assinante, quer da sua morada, optou-se por mostrar à partida os dados referentes à vizinhança do cliente, tanto nas informações sobre os cinemas como nas farmácias, p.ex. a aplicação de farmácias mostra em primeiro lugar a farmácia de serviço mais próxima do cliente e todas as outras ordenadas por proximidade. Para este sistema poder funcionar, a informação a mostrar tem que estar de alguma forma georreferenciada, o que era o caso.

Para além desta funcionalidade do tipo "aqui perto" na rede fixa, foram também implementadas soluções de pesquisa que necessitassem de pouca introdução de informação por parte do utilizador, dado que a STB não possui teclado e todos os dados têm que ser introduzidos através do telecomando. No caso dos cinemas, optou-se por solicitar ao utilizador a primeira letra do nome da localidade a pesquisar, para ele depois seleccionar o cinema pretendido a partir de uma lista mais restrita. No caso das farmácias, explorou-se a utilização de um mapa para a selecção do distrito e depois uma lista dos concelhos associados.

### 3.3 Resultados

O principal resultado que se obteve com estas provas de conceito, complementadas por experimentação realizada a mais baixo nível na plataforma, foi o conhecimento das limitações da tecnologia disponibilizada pela plataforma para o desenvolvimento de aplicações adicionais.

Nesta versão da plataforma não é permitido executar aplicações na STB, excepto o próprio cliente do *middleware*. Daí resulta que a solução proposta pela Microsoft recorra a execução remota, através da utilização de *Terminal Services* e protocolo RDP (*Remote Desktop Protocol*) [2] com algumas adições, nomeadamente o reencaminhamento de conteúdos audiovisuais, i.e., no caso específico de vídeo e áudio, estes não são transportados via RDP mas são acedidos directamente pela STB, via protocolos HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) ou MMS (*Microsoft Media Services*) [3].

A solução RDP, embora robusta do ponto de vista da estabilidade da STB e da facilidade de manutenção e gestão das aplicações, visto que a instalação é feita apenas uma vez num único servidor ou *cluster* de servidores, possui algumas desvantagens, nomeadamente no que diz respeito ao nível da interface com o utilizador, pois o protocolo RDP não permite profundidades de cor muito elevadas e tem algumas limitações em termos de *rendering* de fontes, não fazendo *anti-aliasing*, o que resulta num aspecto visual inferior às verdadeiras capacidades da STB.

No entanto, como as aplicações na realidade estão a ser executadas num servidor normalmente bastante potente, não existem as enormes limitações que são habituais nos desenvolvimentos para STB, nomeadamente restrições em termos de memória e espaço de armazenamento.

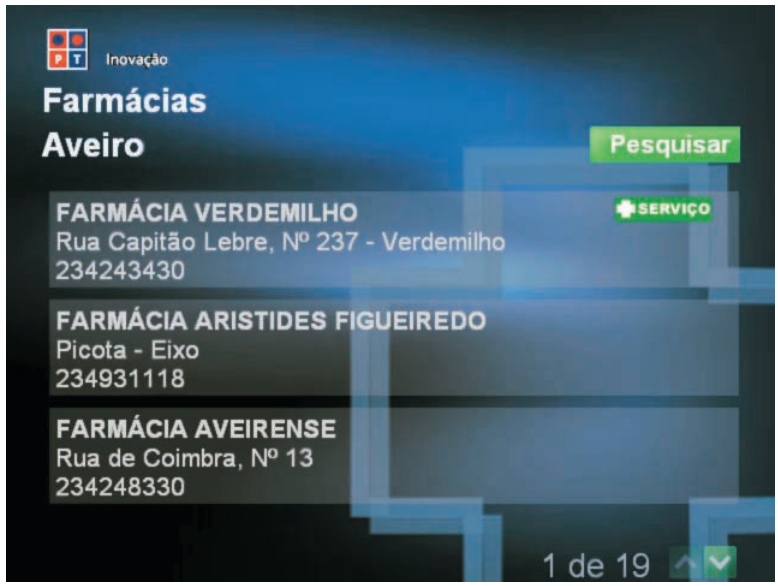



Figura 7 – *Proof of Concept* – Farmácias

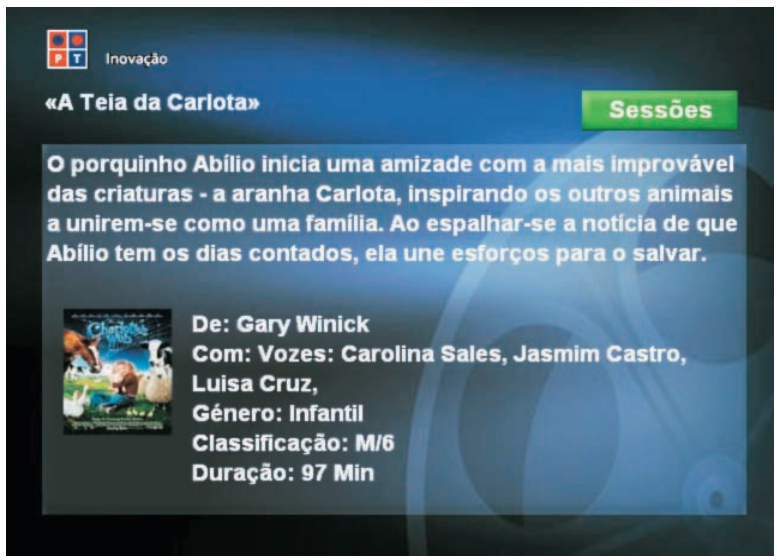



Figura 8 – *Proof of Concept* – Cinema

## 4. Desenvolvimentos actuais e futuros

Após a fase da prova de conceito, iniciou-se o desenvolvimento de algumas aplicações, já com o objectivo de entrada em produção. Estas aplicações reutilizam integralmente os conceitos e o *know-how* obtidos na fase de prova de conceito e adicionam toda a componente de *back-office* necessária à sua operacionalização efectiva.

### 4.1 Aplicações em desenvolvimento

De entre as seleccionadas para desenvolvimento, é de destacar o Monitor IPTV, aplicação destinada a efectuar *zapping* automático, i.e., vai mudando sozinha entre uma lista de canais, ao mesmo tempo que vai mostrando informação adicio-

Figura 9 – *Proof of Concept* – Notícias

Figura 10 – Aplicação Monitor IPTV

nal, nomeadamente publicidade ao serviço, sob forma textual ou através de imagens em modo *slideshow*.

Na Figura 10 apresenta-se uma captura de ecrã da aplicação em funcionamento.

Aplicações deste tipo têm utilidade, por exemplo, nas lojas, para fazer auto-demonstração do serviço MEO. Por outro lado também permitem uma monitoria simplificada, que fornece uma visão geral do estado da emissão de vários canais, podendo ao mesmo tempo estar a receber diversas mensagens informativas. Em face desta potencial dupla utilização, a aplicação foi desenvolvida com um *backoffice,* que permite criar variados perfis com alinhamentos de canais distintos e com mensagens distintas, permitindo que uma única instalação da aplicação e do respectivo *backoffice* torne possível gerir as várias utilizações que esta aplicação possibilita.

Na Figura 11 pode ver-se um exemplo de uma das opções disponíveis no *backoffice* desta aplicação, neste caso, o ecrã que permite criar uma lista de canais para *zapping* automático com base num alinhamento disponível na plataforma.

### 4.2 Desenvolvimentos futuros

A evolução comercial do serviço MEO irá certamente criar espaço para a introdução de serviços de valor acrescentado sobre esta plataforma, que serão conseguidos através da criação de aplicações adequadas.

É fácil imaginar funcionalidades que estejam em linha com a investigação conduzida no âmbito do projecto T!Vox, i.e. serviços de convergência de rede fixa e rede móvel através da utilização de uma STB, incluindo a possibilidade de enviar e receber SMS/MMS na STB, notificação de chamada com informação do chamador sobreposta ao sinal de TV (com diversas funcionalidades de encaminhamento da chamada ou sinalização de atendedor ocupado).

É igualmente possível antever a adição de serviços *walled garden* com uma forte componente informativa no seguimento das provas de conceito já efectuadas, e.g., notícias, cinemas, farmácias, ou então com um cariz mais comercial, i.e. serviços de *t-commerce* [4] eventualmente directamente associados a canais de TV ou a campanhas de *marketing*.

A PT Inovação tem apostado em projectos de investigação em torno de sistemas que recorrem à anotação de vídeo, baseada na utilização de metadados com integração de *clipping* de conteúdos, sendo

esta outra linha que rapidamente poderá ser transposta para o domínio das aplicações IPTV. Uma outra área adjacente que apresenta elevado potencial de geração de valor acrescentado para a plataforma e para os próprios clientes é a da introdução de sistemas de recomendação de conteúdos, quer para os conteúdos TV, quer para os conteúdos disponíveis no catálogo VOD (filmes, documentários, etc.).

Por outro lado, a evolução das plataformas de comunicação e da própria forma como são usadas, nomeadamente a massificação do 3G e os conceitos associados à Web 2.0, permitem imaginar e especular sobre serviços inovadores, mais ou menos disruptivos. Vídeo-chamada, *social networking,* conteúdos *long tail* [5] e *instant messaging* são apenas alguns dos conceitos cada vez mais banais a que é necessário estar atento, porque irão permitir novas formas de ver/usar IPTV e, consequentemente, novas oportunidades de negócio.

## 5. Conclusões

Este artigo evidencia que a PT Inovação esteve activamente envolvida no lançamento de mais um produto bandeira do Grupo PT. Foi uma intervenção a vários níveis, incluindo a área mais visível para o cliente final, a própria interface do serviço, realizada com sucesso e de acordo com os requisitos definidos pela UNTV.

Foram também desenvolvidas com sucesso provas de conceito de aplicações com vista a futuros desenvolvimentos de serviços adicionais, processo esse que entretanto já se iniciou. Perspectivam-se ainda acções de I&D no âmbito desta plataforma, que irão certamente contribuir para a sedimentação do sucesso comercial do MEO, um produto verdadeiramente inovador e concorrencial, cuja reacção do mercado tem sido bastante promissora.

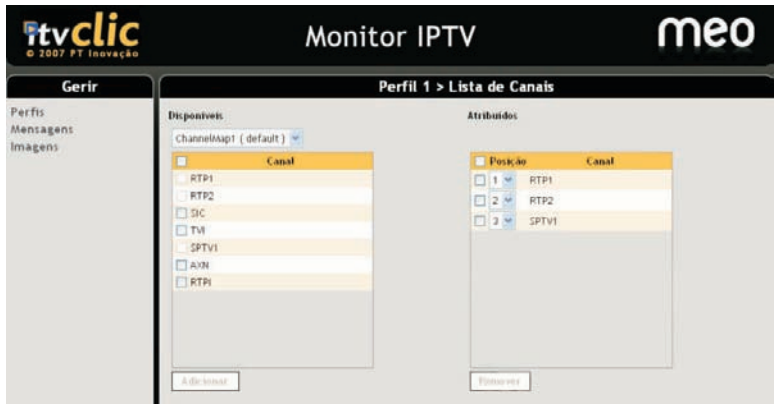



Figura 11 – *Backoffice* da aplicação Monitor IPTV

A possibilidade de o *know-how* ser adquirido *in house* e ser directamente utilizado na criação de novos serviços, ou na adição de valor a plataformas actuais, representa uma vantagem competitiva para qualquer empresa, e neste caso permitiu ao grupo PT colocar no ar uma solução inovadora num prazo *record*.

O impacto do serviço MEO propriamente dito para a PT extravasa o âmbito deste artigo, mas interessa salientar o impacto do *know-how* previamente adquirido e aqui aplicado: esse conhecimento permitiu que o grupo envolvido no projecto fosse expedito, flexível e inovador, sem ser necessário abrir mão, perante terceiros, de informações e conhecimento que se podem vir a revelar de fulcral importância na diferenciação e na futura evolução do serviço.

**Referências**

[1] Microsoft Mediaroom, http://www.microsoftmediaroom.com/.
[2] Windows Server 2003 Terminal Services, http://www.microsoft.com/windowsserver2003/technologies/terminalservices/default.mspx.
[3] Microsoft Media Services http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/forpros/server/server.aspx.
[4] Ficher, David, "TV Shopping & T-Commerce in Europe: The Market Players & Forecasts to 2007", Goldmedia Gmbh, Set. 2004.
[5] Anderson, Chris, "The Long Tail", Wired, Out. 2004, http://www.changethis.com/10.LongTail.

**Bernardo Cardoso**, licenciou-se em Auditoria Contabilística e Mestre em Gestão da Informação, está integrado no grupo de Tecnologias Multimédia, onde 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 tem estado ligado às tecnologias associadas ao IPTV e contribuído ao nível da customização e do desenvolvimento de aplicações no serviço MEO.

**Roger Salgado**, licenciou-se 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) da PT Inovação. Actualmente integra a equipa de desenvolvimento do departamento de Experimentação Tecnológica e Difusão de Conhecimento - Tecnologias Multimédia (ETC4), onde participa no desenvolvimento de soluções de TV interactiva e *Vídeo-on-Demand*.

**Hugo Dias**, licenciou-se 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 *e-learning* "Formare", estando actualmente a trabalhar na plataforma de IPTV, mais concretamente no desenvolvimento de aplicações RDP para a sua integração na oferta de serviços IPTV.

**Fausto de Carvalho,** licenciou-se em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Ao longo do seu percurso no CET e PT Inovação desenvolveu trabalho em várias áreas de conhecimento, estando desde 1994 ligado aos serviços multimédia interactivos, nomeadamente através de projectos nacionais e internacionais no âmbito de IPTV e TV Digital Interactiva, com destaque para os projectos MEO, GMF4iTV e PorTiVity. É actualmente responsável pelo grupo de Tecnologias Multimédia, que endereça as tecnologias e os novos paradigmas de interactividade dos sistemas audiovisuais em rede, plataformas domésticas e terminais.

02

Luís Barreiro

João Moura
(Real Lógica)

Neutel Rodrigues

Paulo Chainho

Toni Barata

Alexandre Mendonça
(Real Lógica)

Paulo Freire
(Real Lógica)


# Presença: Aplicações Conscientes do Contexto


palavras-chave:
Presença, *Context-awareness*, IMS, SIMPLE, XMPP


As funcionalidades de Presença irão ser o verdadeiro motor para o crescimento do tráfego, a introdução de serviços IMS (IP *Multimedia Subsystem*) inovadores e geradores de novas receitas. Para além da sua utilização de suporte aos serviços de Mensagem Instantânea (e.g. SAPO Messenger), as funcionalidades de Presença introduzem uma nova dimensão na construção do ecossistema de serviços IMS e RPG (Redes da Próxima Geração): as aplicações conscientes do contexto (*Context Awareness*).

Este conceito permite adaptar, em tempo de execução, o comportamento das aplicações de acordo com o perfil e o contexto do utilizador, aumentando significativamente o grau de satisfação e de experiência do utilizador.

## 1. Introdução

Um serviço de Presença permite recolher e disseminar informação de presença como "Ausente", "Ocupado", "Ao Telefone", "Feliz", "Cansado", etc., duma forma controlada e segura.

Estima-se que os serviços baseados nas funcionalidades de Presença cheguem aos 23 mil milhões de dólares em 2007[1], incluindo serviços de mensagens instântaneas (IM) e *Push-toTalk* (PTT) com expectativas de forte crescimento para os próximos anos.

Até agora os serviços de Presença têm estado muito associados aos serviços de Mensagem Instantânea (IM), mas cada vez mais a Presença é considerada um serviço independente, tendo sido eleito por muitos analistas como sendo a próxima grande *Killer App*[2].

A Portugal Telecom já disponibiliza funcionalidades de Presença através do serviço SAPO Messenger [1] com base no protocolo XMPP [2][3].

No entanto, os organismos de normalização de telecomunicações adoptaram uma extensão ao protocolo SIP (SIMPLE [4][5][6]) para os serviços de Presença a disponibilizar nas redes *all*-IP e nas redes IMS [8][9][10].

É essencial potenciar os investimentos efectuados e os conhecimentos adquiridos, garantindo ao mesmo tempo a compatibilidade com as normas mais relevantes para o mercado das telecomunicações.

A solução de Presença dos produtos Sh*ip*net® da PT Inovação satisfaz este importante requisito, usando formatos normalizados da informação de Presença [11][12], sendo a sua arquitectura agnóstica dos protocolos, permitindo uma interoperabilidade completa entre diversas redes, incluindo as redes 3GPP IMS, OMA, TISPAN e Internet IETF, com destaque para o protocolo XMPP usado no serviço SAPO Messenger.

A secção dois faz um enquadramento técnico aos serviços de Presença, introduzindo os principais conceitos e as normas técnicas mais relevantes, e a secção três define os principais tipos de informação de Presença.

A secção quatro descreve sucintamente a solução de presença da PT Inovação e a secção cinco apresenta dois exemplos de serviços que usam esta solução:

> *Personal Communication Manager*;

> serviço de conferência e colaboração da PT Inovação.

O artigo termina com as conclusões e perspectivas para trabalho futuro.

[1] Segundo um estudo de mercado recente realizado pela "The Insight Research Corporation"
[2] http://www.networkworld.com/news/2004/090604specialfocus.html?page=4

## 2. Enquadramento

### 2.1 Conceitos

A Figura 1 representa os principais conceitos de um sistema de Presença.

A Entidade de Presença (*Presentity*) é a entidade que disponibiliza a informação de presença ao serviço de Presença. Estas entidades podem ser pessoas (e.g., a publicação do estado de disponibilidade para comunicar ou a actividade corrente), comunidades (e.g., cinemateca publica a sua programação cultural), competições desportivas (e.g. liga de futebol publica resultados), serviços (e.g. Bolsa de valores publica informação sobre a cotação do mercado de acções).

A *Presence Source* é a entidade que publica informação de Presença. Poderá residir no equipamento do utilizador (e.g. uma aplicação a executar num telemóvel ou num computador de secretária como o SAPO Messenger), pode ser um elemento de rede (PNA – *Presence Network Agent*) que agrega e publica informação disponibilizada pela rede (e.g., localização e estado de conectividade do terminal), uma aplicação a correr num servidor de aplicações (e.g., um serviço de conferência que publica informação sobre o seu estado de actividade e eventos como a entrada e saída de participantes), etc.

O *Watcher* é a entidade que consome informação de Presença publicada pelas entidades *Presence Source*. Para o efeito, terá que obter autorização através de pedidos de subscrição endereçados às entidades *Presence Source* que publicam essa informação. Os *Watchers* estão geralmente localizados nos terminais do utilizador juntamente com o seu respectivo *Presence Source*. Por exemplo, o SAPO Messenger tem simultaneamente o *Presence Source*, que publica a informação de presença do utilizador, e a lista de *Watchers,* que recebem e processam a informação de presença recebida para cada um dos seus contactos.

Os *Watchers* também podem residir na rede e em particular podem ser aplicações que consomem e adaptam o seu comportamento de acordo com a informação de Presença que recebem: Aplicações Conscientes do Contexto (ver o exemplo do PCM – na secção 5.1).

### 2.2 Normas

As normas para os serviços de mensagem instântanea e presença são recentes e simultaneamente díspares.

Historicamente, estes serviços têm sido caracterizados pela utilização de protocolos proprietários e pela grande dificuldade em conseguir interoperabilidade entre as grandes comunidades (e.g., MSN, Yahoo, ICQ).

O IETF acabou por conseguir aprovar um enquadramento normativo [10][11] para a definição de protocolos interoperáveis. A partir daqui surgiram vários protocolos de onde se destacam o XMPP e o SIMPLE.

O XMPP teve a sua génese na comunidade de código aberto Jabber em 1999, sendo a organização Jabber.org o principal organismo normalizador deste protocolo.

O XMPP define fluxos de elementos na linguagem XML para transporte da Presença e mensagens instantâneas em tempo real.

Um endereço XMPP tem a designação de Jabber *Identifier*, ou JID. Um *resource* de um cliente *x* com identificação *y* de um servidor com domínio *z* terá o JID *x@z/y*.

O XMPP baseia-se em dois conceitos: XML *Stream* e XML *Stanza*.

> **XML *Stream*:** é um contentor para a troca de elementos XML entre duas entidades que partilham uma ligação. O XML *Stream* é ele próprio um elemento XML, com atributos apropriados e um *namespace*[3]. O contentor é iniciado com <*stream*>, terminado com </*stream*> e durante o seu ciclo de vida pode ser utilizado para o envio de outros elementos XML. O XML *Stream* é unidireccional i.e. para cada ligação entre dois componentes na rede XMPP têm de existir dois elementos deste tipo;

> **O XML *Stanza*:** é um elemento XML que representa informação estruturada enviada de uma entidade para outra através de um XML *Stream*.

Existem três diferentes *stanzas*:

> **<*message* />:** elemento que serve de envelope para transporte de uma mensagem entre duas entidades. O atributo *type* indica o contexto da mensagem podendo ajudar na apresentação da mesma;

> **<*presence* />:** elemento para transportar a Presença e definir autorizações para a troca desta entre entidades;

> **<iq />:** mecanismo pedido/resposta utilizado para, por exemplo, uma entidade definir um

[3] *Namespace* - atributo especial de um elemento XML que identifica a especificação desse mesmo elemento.

nome para um seu contacto. O *namespace* deste elemento indica o tipo de pedido.

O protocolo *SIMPLE* é baseado numa extensão ao protocolo SIP. Através da mensagem *PUBLISH* a entidade pede ao servidor para publicar um evento relativo ao pacote de eventos presente no cabeçalho *Event*, durante o período de tempo definido no cabeçalho *Expires*.

O evento é o corpo da mensagem.

O RFC 3265 especifica o mecanismo para a subscrição de eventos, publicados através da mensagem *PUBLISH*.

A subscrição é pedida através da mensagem *SUBSCRIBE* e o evento é recebido através de mensagens do tipo *NOTIFY*.

O RFC 3856 define o pacote de eventos *presence*. O uso deste pacote numa mensagem *SUBSCRIBE* significa que, a entidade emissora deseja subscrever eventos que indiquem a alteração da informação de presença, da entidade no cabeçalho *To* da mensagem.

As mensagens *NOTIFY* do mesmo pacote contêm a Presença da entidade subscrita, utilizando o formato identificado no cabeçalho *Content Type* da mensagem.

Os organismos de normalização 3GPP e OMA adoptaram o protocolo *SIMPLE* para os serviços de Presença a disponibilizar nas redes IMS e *all*-IP [9][10].

As normas do 3GPP procuram definir uma arquitectura de rede estruturada de acordo com os principios das Redes IMS, enquanto as normas da OMA concentram-se mais nos aspectos de aplicação de rede de acordo com o conceito de *Service Enabler*, em particular define a reutilização de outros *Service Enablers* com destaque para o XDMS (ver secção 4.3)[16] e estende os formatos de dados definidos pelo IETF.

Por fim, é de destacar a norma *Parlay-X* de Presença [17] para a definição de *Web Services* no âmbito das arquitecturas SOA (*Service Oriented Architecture*).

## 3. Informação de Presença

A informação de presença é publicada e distribuída, através de documentos formatados em XML usando linguagens normalizadas. Para os serviços de Presença normalizados pela OMA e 3GPP está definida a linguagem PIDF (*Presence Information Data Format*)[13] e uma extensão para mais informação de presença, o RPID (*Rich Presence Information Data)* [14].

Um dos principais tipos de informação de Presença é a definição do

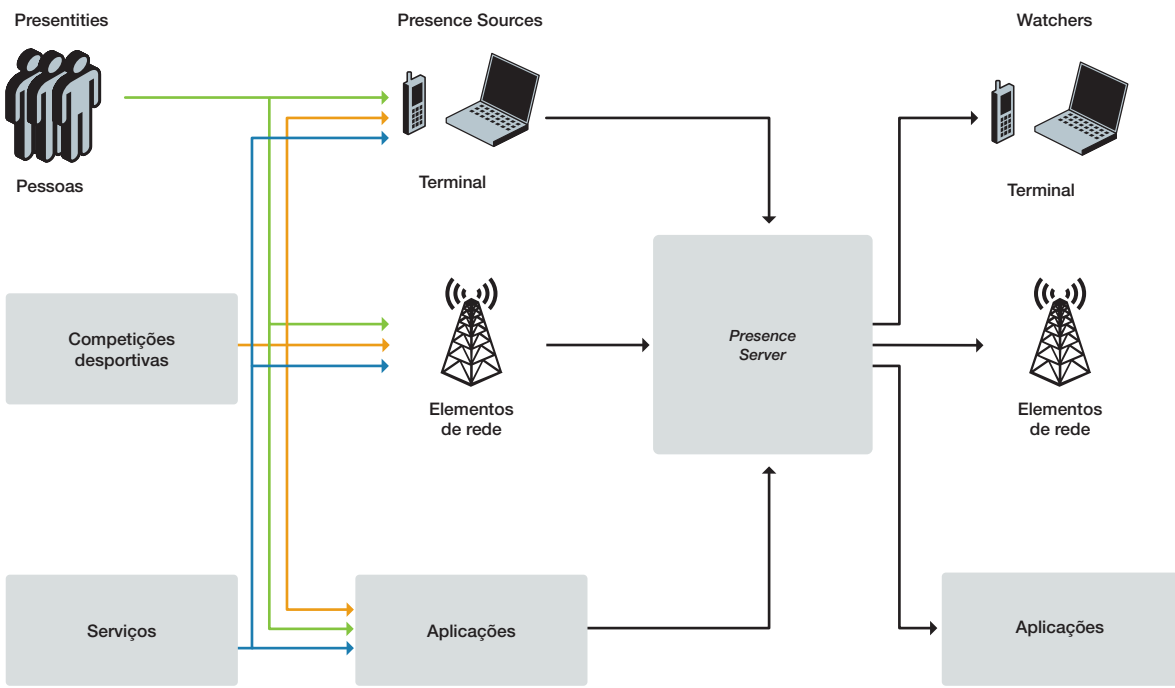



Figura 1 – Conceitos de Presença

estado de disponibilidade para comunicação, de modo a estabelecer expectativas apropriadas na aceitação de convites para comunicar.

Deste modo aumentam-se as probabilidade duma comunicação ser bem sucedida usando o meio mais apropriado. O estado de disponibilidade pode depender do *watcher*, e.g., a entidade de presença pode publicar um estado de disponível para alguns e um estado de indisponivel para outros.

Para além disso, as entidades de presença podem publicar os modos de comunicação preferidos e.g., o utilizador prefere ser contactado por *email* ou mensagem instântanea em vez de chamadas de voz.

Outros tipos de Informação de presença permitem definir a actividade do utilizador, o estado emotivo (ou *karma*, como é definido no serviço SAPO Messenger) ou características sobre o local onde se encontra o utilizador que possam ser relevantes para a comunicação.

Exemplos de estados de presença de actividade:

> *in-transit* (o utilizador está a deslocar-se num veiculo mas não está a conduzir);

> conduzir um veículo e.g. um carro;

> comer (*meal*);

> reunião;

> telefone;

> jogar;

> fazer compras;

> dormir;

> ver televisão.

Exemplos de estados de presença emotivos:

> feliz;

> triste;

> sério;

> apaixonado;

> solitário;

> zangado;

> doente;

> cansado;

> nervoso;

> ensonado.

Estados de presença sobre o local:

> áudio Ok;

> barulhento;

> silencioso (exemplo, museu, igreja, i.e., onde não é desejável ter comunicações por voz);

> vídeo ok (boas condições para captação de imagens de vídeo);

> demasiado luminoso (más condições para a visualização de vídeo);

> escuro (poderá não ter condições para a captação de imagens de vídeo);

> texto Ok (boas condições para comunicação por texto);

> desconfortável para escrever ou inapropriado para escrever (e.g., num veículo ou numa igreja).

Mas para além desta informação de presença normalizada é possivel expandir e enriquecer os serviços de Presença com outros tipos de informação sem ter que alterar a infra–estrutura de suporte aos serviços de Presença.

Por exemplo, Informação de Presença sobre as relações sociais e.g., amigo, conhecido, colega de trabalho, pais, filhos, esposa/marido, namorada/o vizinho, etc.

Para mais informações podem ser consultados os exemplos dos projectos XFN (XHTML *Friends Network*) [18] e FOAF (*Friend of a Friend Project*) [19]).

## 4. A solução de Presença da PT Inovação

A PT Inovação disponibiliza uma solução completa para o *Enabler* de Presença de acordo com as normas descritas nas secções 2.2 e 3, constituida pelas funcionalidades *Presence Server*, RLS, XDMS, *Presence Service Enabler* e PNA (*Presence Network Agent*) .

As funcionalidades *Presence Server* e RLS são baseadas em tecnologias desenvolvidas em comunidades *Open Source* de grande qualidade com destaque para as comunidades SER [20](com origem no Instituto Fraunhofer Fokus) e OpenSER [21].

Deste modo é possivel garantir uma solução competitiva, orientada para as necessidades reais do mercado e permanentemente actualizada com o estado da arte nesta área.

As funcionalidades de XDMS resultam duma parceria estabelecida entre a PT Inovação e a HP nesta área e são disponibilizadas pela solução OpenCall XDMS [22]. As funcionalidades *Presence Service Enabler* e PNA são disponibilizadas por componentes JSLEE [24] desenvolvidas para o servidor de aplicações *ip*-Jib da PT Inovação [23].

### 4.1. *Presence Server*

O *Presence Server* é o elemento base da solução de Presença da PT Inovação, sendo responsável por processar os pedidos de publicação de informação de presença pelas entidades *Presence Source* e disseminar a informação publicada pelos *Watchers* autorizados.

Destacam-se as seguintes funcionalidades:

> **controlo da publicação (*Publish Control*):** recepção e processamento da informação de Presença publicada pelas entidades do tipo *Presence Source*. Esta funcionalidade pode agregar informação de presença recebida de diferentes entidades *Source* mas associadas à mesma *Presentity*;

> **controlo de privacidade:** aplicação de regras de autorização para acesso à informação publicada para todos os *Watchers* subscritores à Presença recebida. Para cada *Watcher* poderá ser necessário filtrar e transformar a informação de Presença a notificar, pois os *Watcher* podem ter permissões diferentes de visualização sobre a mesma informação de presença;

> **controlo de notificações:** processa o envio da informação de Presença para cada *Watcher* de acordo com o resultado do Controlo de privacidade;

> **controlo de subscrições:** gestão dos pedidos de subscrições efectuados pelos *Watchers* para acesso à informação publicada pelo *Presence Source*. As subscrições têm um prazo de validade e podem conter filtros que definem quando e como (qual a informação desejada) são feitas as respectivas notificações.

### 4.2. *Resource List Server* (RLS)

O Servidor RLS, *Resource List Server* disponibiliza as funcionalidades de *Presence Server* – controlo da publicação, controlo de privacidade, controlo de notificação e controlo de subscrição – para grupos de entidades de Presença a que se chamam *Resource List* e.g., Grupo de Amigos, Departamento de Empresa, etc.

### 4.3. *eXtensible Document Management Server* (XDMS)

O XDMS é um facilitador de serviços (*Service Enabler*) definido pela OMA [16] para a gestão de documentos XML:

> usa uma interface XCAP (XML *Configuration Access Protocol* [15]) para guardar e manipular (criar, alterar, remover) na rede dados de serviço e de utilizador em formato XML;

> suporta mecanismos de subscrição e notificação para indicar alterações aos documentos XML guardados no servidor.

No âmbito dos serviços de Presença este *enabler* disponibiliza as funcionalidades de gestão dos seguintes documentos:

> **documento de regras de autorização de presença** : define quais as entidades do tipo *Watcher* que podem aceder à informação de presença, de uma entidade do tipo *Presence source*. Estas regras, podem ainda definir qual a informação de presença que cada subscritor tem acesso. No caso de um pedido de subscrição não ser autorizado, o *Presence Server* coloca o pedido em espera, até que o *Watcher* seja autorizado ou um tempo de espera pré–configurado tenha expirado.

> **documento de *resource* (URI) *lists*:** neste documento estão definidos grupos de URI de entidades de Presença (*resource lists*) usados pelo servidor RLS. Este documento pode ser partilhado por qualquer outro serviço orientado para comunidades i.e., que trabalhe com grupos de utilizadores (e.g., "Amigos" ou "Familia") ou outros recursos;

> **documento de informação de presença estática:** onde está definida a informação de Presença estática das entidades de Presença, e.g., um utilizador que faça uma viagem pode definir durante esse período quais os meios pelos quais poderá ser contactado.

De notar que o XDMS pode ser usado para outros serviços, em particular disponibiliza funcionalidades que promovem a personalização dos serviços e os serviços para comunidades. Exemplos:

> gestão de grupos de difusão de mensagens instantâneas e mensagens multimédia;

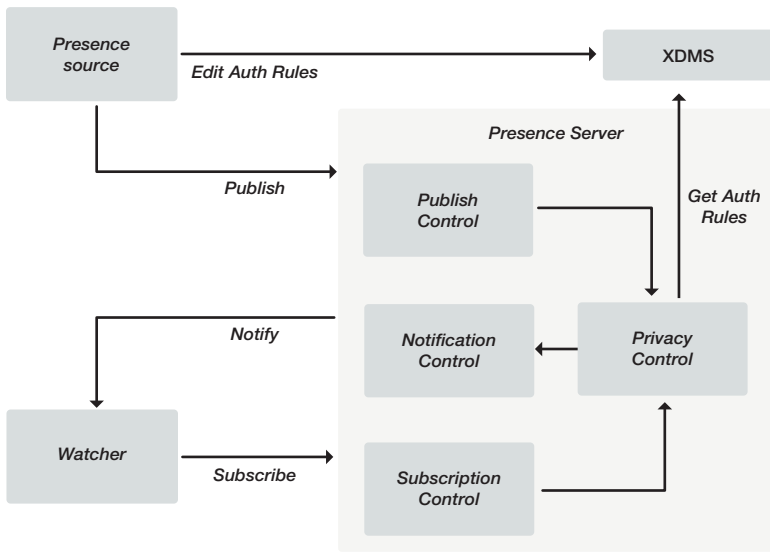



Figura 2 – Funcionalidades de Presença

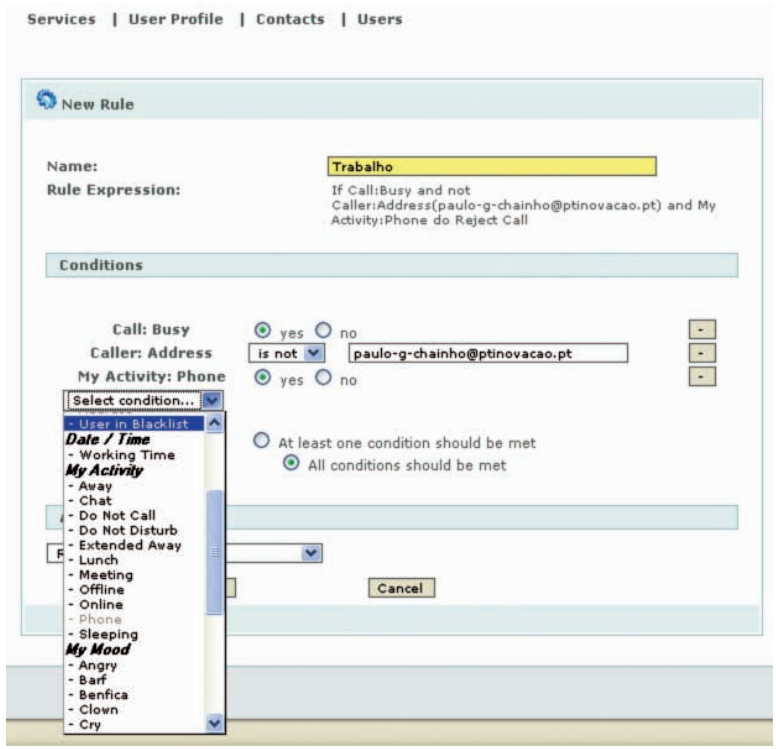



Figura 3 – Personalização de Regras do Perfil de Utilizador para o PCM

> gestão de comunicação em grupo e.g., conferência e *push-to-talk*;

> gestão de listas negras e listas brancas para filtragem das comunicações de entrada (e.g., DND – *Do not Disturb* – para utilizadores incluidos/excluidos da lista);

> gestão da sincronização de informação PIM (e.g., lista de contactos, tarefas, calendário) em múltiplos dispositivos;

> gestão de grupos para partilha de conteúdos pessoais i.e., serviços *push-to-share* para imagens e vídeo.

### 4.4. *Presence Service Enabler*

O *Presence Service Enabler* é um facilitador para a criação de aplicações de Presença que tanto pode desempenhar o papel de entidades de *Presence Source* como de *Watcher*. Para o efeito é providenciada uma interface de programação de alto nível que abstrai as aplicações dos protocolos usados e da localização dos recursos de Presença. São disponibilizadas interfaces internas para aplicações executadas no *Application Server* e interfaces de Web *Service* compatíveis com a norma Parlay-X que podem ser usadas por aplicações externas.

As aplicações PCM e Conferência são dois exemplos de aplicações que usam o *Presence Service Enabler.*

### 4.5. *Presence Network Agent*

Os elementos *Presence Network Agent* são responsáveis por adquirir e agregar informação de Presença recolhida de elementos de rede e publicá-la no serviço de Presença.

Alguns exemplos de PNA são:

> **localização:** providencia a informação relativa à localização do dispositivo do subscritor, isto é, as suas coordenadas geográficas;

> **registo:** providencia a informação relativa à conectividade do dispositivo usado pelo subscritor de uma rede 3GPP ou TISPAN NGN;

> **calendário:** publica os eventos agendados no calendário do utilizador como informação de Presença ,e.g., utilizador está em reunião das 10 -12 am.

## 5. Aplicações conscientes do contexto

### 5.1. *Personal Communication Manager* (PCM)

A aplicação *Personal Communication Manager* permite ao seu utilizador definir o comportamento mais desejável das suas comunicações, através de regras configuráveis por si próprio.

As regras são definidas por condições e acções. A acção duma regra é executada quando as condições dessa mesma regra são satisfeitas.

Deste modo, o utilizador pode definir

Figura 4 – Página de controlo do técnico de conferência e colaboração

inúmeras regras de acordo com as suas necessidades particulares e.g., encaminhar chamadas para a secretária quando está ocupado no trabalho, encaminhar chamadas de trabalho para o *voicemail* quando está fora do horário de trabalho, rejeitar chamadas não desejáveis, etc.

A característica mais inovadora do PCM é a sua consciência do contexto, que permite usar informação de Presença do utilizador para determinar qual a acção mais apropriada a ser executada.

Esta característica permite satisfazer necessidades como:

> "se quiser pedir um aumento do meu salário só falarei com o meu chefe quando ele estiver bem disposto";

> "reencaminho para o *voicemail* chamadas feitas por pessoas zangadas";

> "uso um toque de chamar multimédia com um *clip* bem disposto do Gato Fedorento antes de atender uma chamada feita por "um importante cliente zangado".

Estas funcionalidades são fornecidas através do uso do *Service Enabler* de *Presence* descrito na secção 4.4, onde a aplicação PCM desempenha o papel de *Watcher* para cada utilizador do serviço PCM, i.e., a aplicação PCM é consumidora da informação de presença dos seus subscritores.

## 5.2. Conferência e colaboração

A PT Inovação disponibiliza uma solução completa de serviços de conferência e colaboração para o suporte às sessões de comunicação em grupo usando voz, texto e vídeo, bem como a partilha de recursos (incluindo conteúdos multimédia, edição de documentos, etc.).

Existem diferentes modos de sessão incluindo sessões temáticas (e.g., sala de futebol), sessões *adhoc*, agendamento de sessões, sessões de apresentação (*lecture*), etc..

Estas sessões podem ser controladas através de diferentes terminais através de páginas Web (GUI) ou por controlo de voz e DTMF (VUI), disponibilizando funcionalidades de *floor-control* incluindo identificação de orador, silenciar participante, dar a palavra ao participante, expulsão de participante, convite a novos participantes, etc..

As funcionalidades disponíveis a cada participante dependem dos privilégios dados pelo administrador do serviço.

Uma das caracteristicas inovadoras deste serviço consiste na utilização do *service enabler* de Presença que permite aos utilizadores subscrever para receberem eventos sobre as sessões de conferência e colaboração. Alguns exemplos: publicação do inicio/fim da sessão, entrada/saída de participante, etc..

O serviço de publicação de eventos adapta-se às capacidades dos terminais, podendo usar um pacote de eventos, próprio para estes serviços [25] ou usar o pacote de eventos usado por omissão nos serviços de Presença.

Deste modo o serviço de conferência e colaboração desempenha o papel de *Presence Source* no âmbito da arquitectura de Presença.

## 6. Conclusões e trabalho futuro

Este artigo procurou descrever muito sucintamente as principais funcionalidades dos serviços de Presença e a solução da PT Inovação que oferece todas estas funcionalidades através duma plataforma capaz de satisfazer as maiores exigências de fiabilidade, desempenho e capacidade *carrier-grade* dos maiores operadores de telecomunicações.

Foram apresentados os serviços PCM (*Personal Communication Manager*) e de Conferência e Colaboração como exemplos de serviços baseados na solução de Presença da PT Inovação. Estes serviços são diferentes dos tradicionais serviços IM e PTT (*Push-To-Talk*), ilustrando o potencial de inovação e de novas fontes de facturação latente na Presença.

No entanto, estamos apenas no início de um novo mundo a evoluir para a ubiquidade da computação e para um ambiente inteligente[4] (AmI) preenchido por redes sensoriais. As emergentes infra–estruturas de Presença descritas neste artigo constituirão num futuro próximo a infra–estrutura base para um ecossistema de serviços conscientes do contexto capazes de proporcionar experiências ricas e completas aos seus utilizadores[5].

Para satisfazer estas visões é preciso melhorar os mecanismos de recolha automática de contexto através de redes sensoriais *adhoc* e os sistemas de inferição de informação de contexto (e.g., inferir que o utilizador está a dormir usando sensores de luz e som), traduzir esta informação em formatos de dados adequados (e.g. por exemplo usando linguagens semânticas como a Semantic Web) e usar os mecanismos de controlo de publicação, subscrição e notificação dos sistemas de presença.

[4] De acordo com a definição encontrada em [26]:"*The concept of Ambient Intelligence (AmI) provides a vision of the Information Society where the emphasis is on greater user-friendliness, more efficient services support, user-empowerment, and support for human interactions. People are surrounded by intelligent intuitive interfaces that are embedded in all kinds of objects and an environment that is capable of recognising and responding to the presence of different individuals in a seamless, unobtrusive and often invisible way*".

[5] De acordo com [27]: "*Context is any information that can be used to characterize the situation of an entity. An entity is a person, place, or object that is considered relevant to the interaction between a user and an application, including the user and applications themselves*".

**Referências**


[1] SAPO Messenger, Revista Saber e Fazer Telecomunicações Nº3, 2005.
[2] RFC 3920: Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP): Core.
[3] RFC 3921: Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP): Instant Messaging and Presence.
[4] RFC 3265, Session Initiation Protocol (SIP)-Specific Event Notification.
[5] IETF RFC 3903 Session Initiation Protocol (SIP) Extension for Event State Publication.
[6] IETF RFC 3856 - A Presence Event Package for the Session Initiation Protocol (SIP).
[7] RFC 4662: A Session Initiation Protocol (SIP) Event Notification Extension for Resource Lists.
[8] OMA-AD-Presence_SIMPLE-V1_0-20060725-A.
[9] 3GPP TS 23.141 V7.2.0 , Presence Service; Architecture and functional description (Release 7).
[10] 3GPP TS 23.002 V7.1.0 , Network Architecture.
[11] RFC 2778 – A Model for Presence and Instant Messaging.
[12] RFC 2779 - Instant Messaging / Presence Protocol Requirements.
[13] RFC 3863 - Presence Information Data Format (PIDF).
[14] RFC 4480 - RPID: Rich Presence Extensions to the Presence Information Data Format (PIDF).
[15] draft-ietf-simple-xcap-12, The Extensible Markup Language (XML) Configuration Access Protocol (XCAP).
[16] OMA-TS-XDM_Core-V1_0, XML Document Management (XDM) Specification Approved Version 1.0 – 12 Jun 2006.
[17] 3GPP TS 29.199-14, Open Service Access (OSA); Parlay X Web Services; Part 14: Presence (Release 7).
[18] XFN, Xhtml Friends Network, http://gmpg.org/xfn/.
[19] FOAF - The Friend of a Friend project, http://www.foaf-project.org/.
[20] http://www.iptel.org/ser/.
[21] http://www.openser.org/.
[22] Introduction to the HP OpenCall XDMS, Release 03.00.00, November 2006.
[23] ip-Jib Whitepaper, PT Inovação, Janeiro 2007.
[24] JAIN SLEE Tutorial Introducing JAIN SLEE, http://jainslee.org/downloads/jainslee-tutorial-04.pdf.
[25] RFC 4575 - A Session Initiation Protocol (SIP) Event Package for Conference State.
[26] SCENARIOS FOR AMBIENT INTELLIGENCE IN 2010, ISTAG, Final Report, K. Ducatel, M. Bogdanowicz, F. Scapolo, J. Leijten, & J-C. Burgelman, February 2001.
[27] [Dev 2001] Anind K. Dey, "Understanding and Using Context," in Personal and Ubiquitous Computing Journal, Volume 5 (1), 2001, pp. 4-7. http://www.cc.gatech.edu/fce/ctk/pubs/PeTe5-1.pdf.



**Luís Barreiro**, licenciou-se em Engenharia Electrótecnica e de Computadores pelo Instituto Superior Técnico. Especialista no Protocolo SIP e na Arquitectura 3GPP IMS. Experiência com diversas linguagens de programação (C, JAVA, etc.) e em JAIN SLEE. Responsável pelo *Presence Service Enabler* do ip-JIB e pela *Aplicação Personal Communication Manager* (PCM).

**João Manuel Moura**, licenciou-se em Engenharia Informática pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Especialista em Web Semântica. Participação no projecto Europeu Opuce (www.opuce.tid.es).

**Neutel Rodrigues**, técnico de Electrónica e Telecomunicações. Especialista no desenvolvimento de aplicações Multimédia IMS em ambiente JAIN SLEE e Voz sobre IP. Frequência universitária no ISCTE no curso de Engenharia Informática. Responsável por Aplicações de Conferência e Colaboração Multimédia do ip-JIB.

**Paulo Chainho**, mestrado em Telecomunicações pelo IST da Universidade Técnica de Lisboa. Gestor de Projectos, Responsável pelo departamento de Protocolos e Plataformas de Aplicação no Pólo de Lisboa da PT Inovação. 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 3G no Grupo PT.

**Toni Barata**, bacharelato em Engenharia de Sistemas de Telecomunicações e Electrónica pelo ISEL/IPL. Especialista em VoIP e protocolo SIP (cinco anos de experiência), na configuração e administração de sistemas Linux, centrada na distibuição da Red Hat. Responsável pela Qualidade (*Quality Assurance*) das Aplicações PCM (*Personal Communication Manager*), Presença e Conferência e Colaboração ip-JIB.

**Alexandre Miguel Mendonça**, licenciou-se em Engenharia Informática pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Especialista em Bases de Dados e mecanismos de persistência em JAINSLEE. Responsável pelo desenho e gestão do modelo de informação das Aplicações PCM e de Conferência e Colaboração. Responsável pelo *Resource Adaptor* de Bases de Dados Relacionais, do *Enabler* de GUP (*Generic User Profile*) e pelas Interfaces de Utilizador das Aplicações de Conferência e Colaboração ip-JIB.

**Paulo Alexandre Freire**, técnico especializado em telecomunicações e redes, electrotecnia e electrónica. CCNA. Frequência universitária no IST no curso de LEEC. Especialista em terminais VoIP e IMS.

03

Filipe Pinto

António Videira

João Gonçalves
(IT)

Hugo Cabral


# Plataforma de Multicast e Broadcast da PT Inovação


palavras-chave:
*Multicast*, *Broadcast*, DiNO, Plataformas, MEDIA, TV Móvel, WEB 2.0


A plataforma DiNO (*Download INNOvation*) da PT Inovação permite a realização de *downloads* de ficheiros, bem como a visualização de *streams* de vídeo no telemóvel. Para cada transmissão de conteúdos é criada uma ligação dedicada entre o terminal móvel e a plataforma DiNO.

Quando existe um grande número de utilizadores a querer o mesmo conteúdo, o modelo *Unicast* torna–se ineficiente. Nestes casos, a transmissão de dados usando os modos *Multicast* e *Broadcast* é bem mais eficaz devido à partilha de recursos de rede pelos diversos utilizadores.

A rede UMTS actual não suporta a distribuição de conteúdos de uma fonte para vários clientes em simultâneo, usando os mesmos canais.

A *Release* 6 do 3GPP introduz o MBMS (*Multimedia Broadcast Multicast Service*) para possibilitar o envio de informação em modo *Multicast* e *Broadcast* nas redes 3G. De forma a responder a esta nova tecnologia, a PT Inovação está já a evoluir a plataforma DiNO de modo a torná-la compatível com o MBMS, tornando possível a transmissão não só em modo *Unicast*, mas também em modo *Multicast* e *Broadcast*, poupando recursos devido à partilha de canais pelos diferentes utilizadores.

## 1. Introdução

A PT Inovação dispõe de uma plataforma capaz de gerir e distribuir conteúdos a utilizadores da rede móvel. A plataforma DiNO [1] permite a realização de *downloads* de ficheiros, bem como a visualização de *streams* de vídeo no terminal móvel. Este processo usa o modo *Unicast* para transmitir a informação pretendida, ou seja, para cada pedido de um determinado conteúdo haverá uma ligação dedicada entre a plataforma DiNO e o telemóvel.

Existem diversas situações em que o mesmo conteúdo é distribuído para vários utilizadores. Exemplos disso são a transmissão dos golos da jornada ou a distribuição de notícias de trânsito. Nestes casos existe toda a vantagem em abandonar o modelo *Unicast* e em evoluir a rede para um paradigma de *Multicast* e *Broadcast*. Desta forma, todos estes conteúdos seriam distribuídos a todos os utilizadores interessados, mas a distribuição seria feita recorrendo a canais partilhados, dando origem a grandes poupanças de recursos de rede.

A rede UMTS actual não comporta a distribuição de conteúdos de uma fonte para vários clientes em simultâneo, usando os mesmos canais, mas a *Release* 6 do 3GPP prevê já o envio de informação em modo *Multicast* e *Broadcast* através das redes móveis [2]. O MBMS é o sistema utilizado para fazer o *Broadcast* e *Multicast* de dados nas redes 3G [3]. Assim, o MBMS possibilita o transporte unidireccional de informação de uma única fonte para múltiplos receptores (ponto-multiponto), usando canais partilhados, guardando canais livres para outros serviços.

Este artigo foca-se na evolução da plataforma *Unicast* DiNO de modo a torná-la compatível com a *Release* 6 do 3GPP, suportando a transmissão da informação em modo *Multicast* e *Broadcast*, tornando a rede mais flexível e eficiente.

## 2. Estado da arte

### 2.1 DiNO

O DiNO é uma plataforma de gestão e distribuição de conteúdos que se encontra, actualmente, acessível a mais de 50 milhões de utilizadores.

É uma plataforma dirigida a operadores móveis, *wireless Application Service Providers* ou a qualquer outra área cujos objectivos sejam a efectiva gestão e distribuição de conteúdos. Esta solução possibilita aos utilizadores o rápido e fácil acesso a um vasto número de conteúdos e aplicações.

O DiNO foi concebido para optimizar a gestão e o armazenamento de conteúdos disponíveis para *download* ou entrega directa aos clientes. A plataforma permite gerir os seguintes tipos de conteúdos:

> imagens;

> toques monofónicos, polifónicos e reais;

> *clips* de áudio, incluindo músicas completas, mp3 e outros formatos;

> vídeo *clips*;

> conteúdos áudio e vídeo via RTSP *streaming*;

> Java, Symbian, jogos Smartphone.

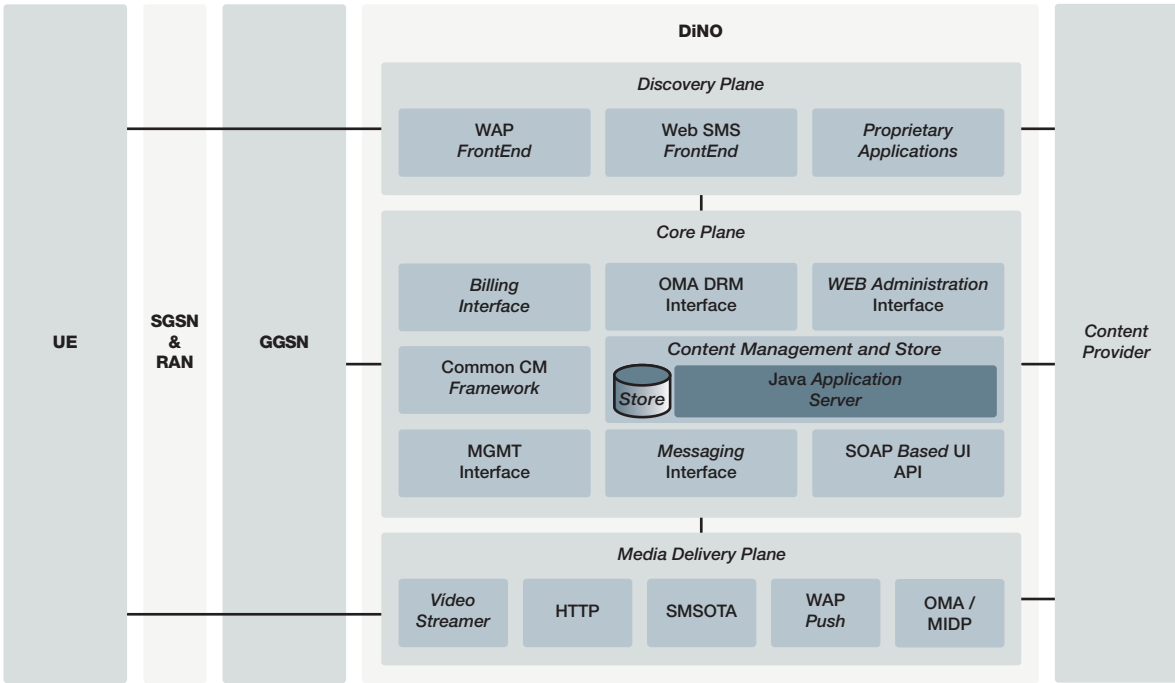



Figura 1 – Arquitectura DiNO

A disponibilização de conteúdos em *streaming* implica a utilização de plataformas dedicadas capazes de fornecer um leque alargado de formatos aos terminais móveis:

> sons e *clips* de áudio;

> vídeo *clips*.

Esta plataforma está preparada para suportar OMA DRM 1, permitindo que os conteúdos sejam seleccionados para entrega através de um mecanismo de *Digital Rights Managment*.

Esta plataforma pode também fazer interface com uma plataforma de DRM do cliente, permitindo ao operador ou ao fornecedor do serviço centralizar a atribuição, manutenção e armazenamento das licenças.

Actualmente a entrega de conteúdos é feita ponto-a-ponto para cada utilizador, o que significa que cada utilizador usa ligações dedicadas para aceder aos conteúdos disponíveis.

### 2.1.1 Arquitectura

A arquitectura do DiNO é redundante e escalável, permitindo ao operador um serviço efectivo no fornecimento de conteúdos e a ligação com a maioria das interfaces dos sistemas externos, facilitando a integração com a rede do operador.

### 2.1.2 Elementos funcionais

Tal como descrito na Figura 1, o DiNO está estruturado em três planos distintos. São eles:

> *Core Plane*;

> *Discovery Plane*;

> *Media Delivery Plane*.

O DiNO *Core* é composto por servidores aplicacionais *open source* concebidos para assegurar níveis elevados de utilização. Este componente tem várias interfaces com sistemas externos, destacando-se a interface com os *Content Providers* que permite obter os conteúdos para posteriormente serem distribuídos. Este componente faz ainda a gestão e armazenamento dos conteúdos.

Uma das principais funcionalidades do DiNO é o mecanismo de *discovery*. A plataforma contém um inventário de todos os terminais e respectivas características (RDF) de forma a enviar os conteúdos mais adequados e compatíveis. São suportados dados nos formatos WML1.1, xHTML *Mobile Profile*, HTML ou XML.

Existem mecanismos que permitem a exportação do catálogo, permitindo que este processo de *discovery* seja intermediado por outros meios de divulgação.

O *Delivery Plane* permite que o cliente receba o conteúdo pretendido compatível com o seu telemóvel e que seja transferido por um protocolo que o terminal reconheça.

A plataforma suporta os principais métodos e protocolos usados para a entrega de conteúdos. Os conteúdos são disponibilizados através dos

seguintes mecanismos:

> OMA *Download*;

> HTTP *Download*;

> SMS;

> MMS;

> WAP *Push initiated*;

> *Streaming*.

## 2.2 BM-SC

Um serviço *Broadcast* pode ser entendido como um serviço unidireccional que possibilita a transmissão de informação de uma fonte para múltiplos receptores, na área de *Broadcast* associada.

Já o serviço *Multicast* possiblita o transporte unidireccional de dados de uma fonte para múltiplos receptores pertencentes a um grupo *Multicast*, na área de *Multicast* associada. Em termos práticos, os utilizadores de serviços *Multicast* necessitam de um canal de retorno para fazer a subscrição dos serviços *Multicast* a que se querem associar [3].

Como se pode verificar pelas Figuras 2 e 3, a utilização de canais *Multicast* e *Broadcast* conduzem a ganhos importantes em termos de recursos, tanto na *Core Network* como na interface Rádio. Ao utilizar canais *Unicast*, a rede disponibiliza uma ligação por utilizador, enquanto que ao utilizar canais *Multicast* a rede ocupa apenas um canal por *link*, independentemente do número de utilizadores.

Numa rede *Multicast* há uma grande poupança de recursos devido à partilha de canais, libertando o restante da largura de banda para outros serviços.

O MBMS é o sistema utilizado para fazer o *Broadcast* e *Multicast* de dados nas redes UMTS.

Assim, o MBMS possibilita o transporte unidireccional de informação de uma única fonte para múltiplos receptores (ponto-multiponto). Os serviços utilizados serão tipicamente o *streaming* de vídeo e áudio, bem como o *download* de ficheiros.

O *streaming* de vídeo é transportado através do protocolo RTP, enquanto que o *download* de ficheiros faz-se recorrendo ao protocolo FLUTE (*File Delivery over Unidirectional Transport*).

A Figura 4 (ver página seguinte) apresenta a arquitectura MBMS.

Para realizar a interface entre os fornecedores de conteúdos e as redes móveis existe uma plataforma denominada de BM-SC (*Broadcast Multicast Service Centre*). O BM-SC é a plataforma responsável pelo envio e gestão dos conteúdos de *Broadcast e Multicast* para as redes MBMS (com funções similares ao SMSC nas plataformas de SMS).

### 2.2.1 Arquitectura

O BM-SC comunica com o GGSN através das interfaces Gmb (sinalização) e Gi (dados). A interface de sinalização Gmb utiliza o protocolo DIAMETER como suporte para a troca de mensagens de AAA (*Authentication, Authorization and Accounting*).

A interface entre o BM-SC e os *Content Providers* não está normalizada nem se prevê a sua normalização pelo 3GPP [3]. As interfaces BM-SC podem ser vistas na Figura 5.

### 2.2.2 Elementos funcionais

O BM-SC engloba um conjunto de funcionalidades, a saber:

> *Service Announcement*;

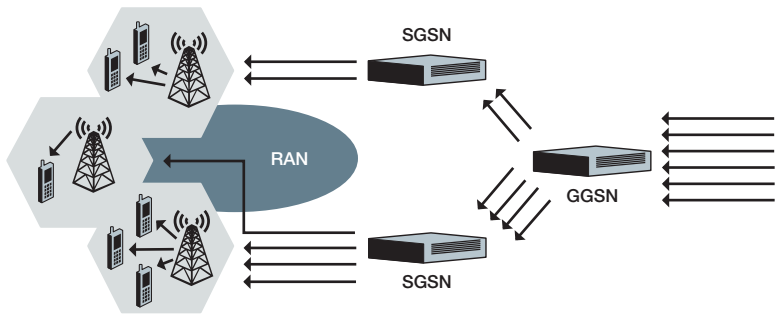



Figura 2 – Ligações *Unicast*

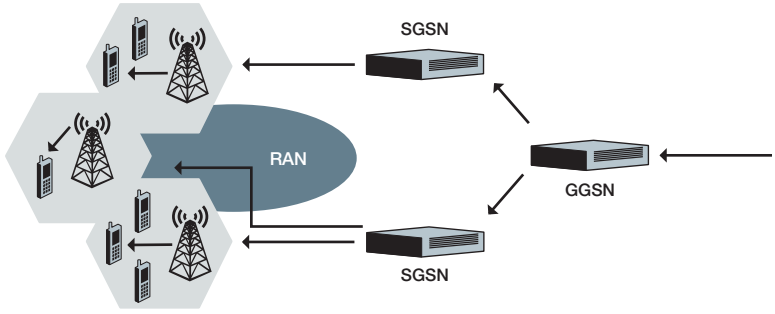



Figura 3 – Ligações *Multicast*

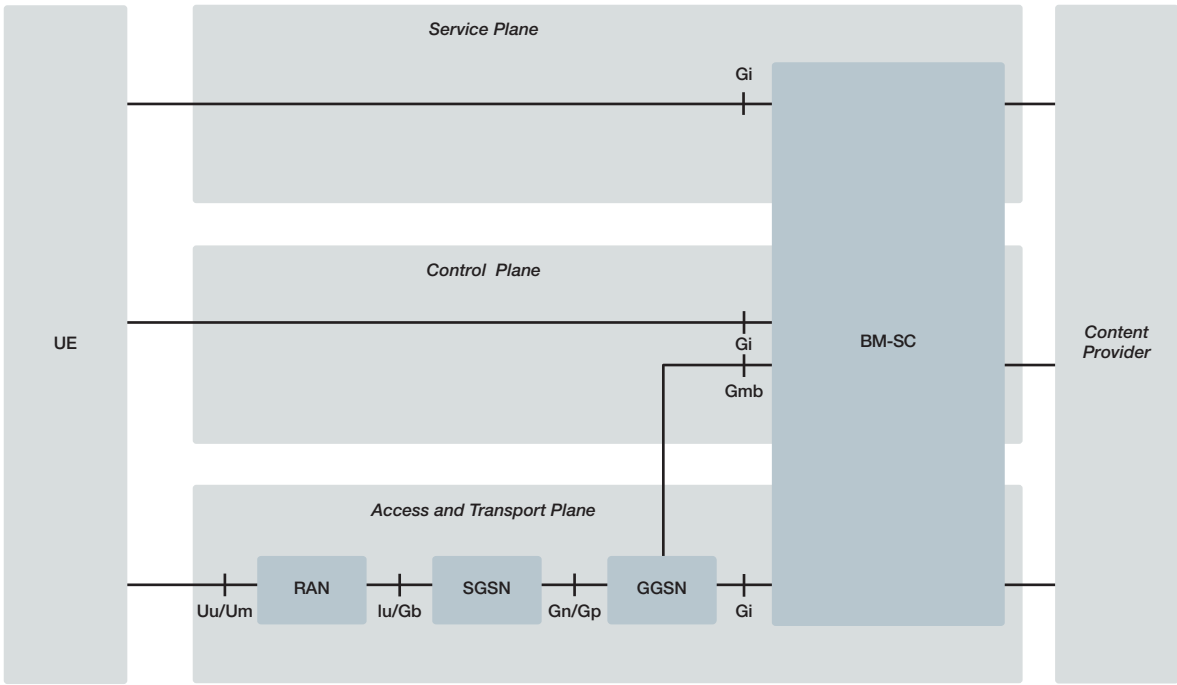



Figura 4 – Arquitectura de referência do 3GPP Release 6 para o MBMS

> *Membership*;

> *Security*;

> *Session and Transmission*;

> *Proxy and Transport*.

O módulo de *Service Announcement* anuncia os serviços MBMS aos utilizadores interessados. O módulo de *Membership* autoriza ou não UE que queiram activar um serviço MBMS. A confidencialidade e integridade dos dados MBMS é assegurada pelo módulo *Security*.

O módulo de *Session* and *Transmission* é responsável por várias tarefas: programa as transmissões e retransmissões de sessões MBMS, fornece ao GGSN informações relativas aos parâmetros de transporte associado, tais como QoS, autentica e autoriza fornecedores de conteúdos externos e aceita os seus conteúdos, estabelece os canais de dados (MBMS) antes do início da transmissão e remove-os depois da transmissão e, por fim, envia os dados de *Multicast* e *Broadcast* para os utilizadores.

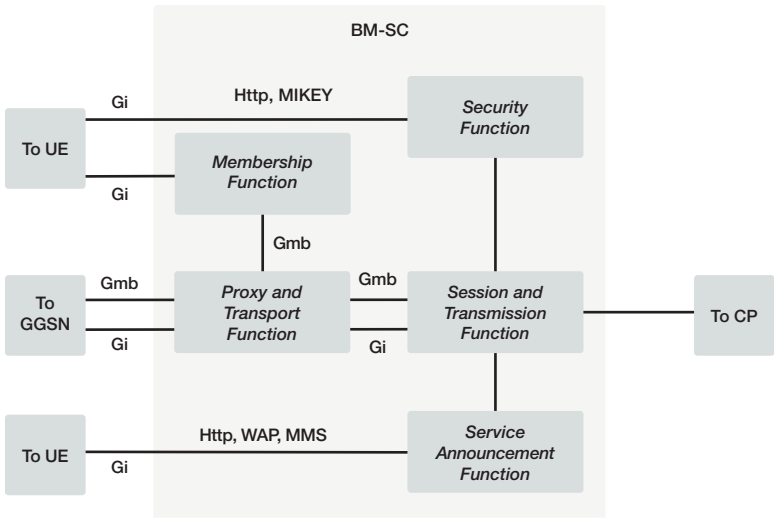



Figura 5 – Interfaces do BM-SC

O módulo *Proxy* and *Transport* encaminha a sinalização entre o GGSN e os respectivos módulos do BM-SC.

## 3. MEDIA (*Mass Efficient Delivery for Interactive Audiovisuals*)

A evolução da plataforma DiNO para suportar a entrega MBMS prende-se essencialmente com duas questões:

> a criação de um novo paradigma de serviço no DiNO;

> o desenvolvimento de um novo componente de entrega.

Neste novo paradigma de serviço, os conteúdos em vez de serem *on–demand* passam a ter uma hora de entrega definida. Isto é necessário para o uso do *Multicast/Broadcast*. Apesar de serem transmitidos a uma dada hora, o usufruto do conteúdo poderá ser efectuado a uma hora posterior, no caso de estarmos a falar de *download* de conteúdos.

O novo componente será responsável pela entrega de conteúdo em modo *Broadcast* e *Multicast*.

### 3.1 Arquitectura

A nova plataforma MEDIA é uma evolução do DiNO, que passará a usufruir de um meio de entrega *Multicast* e *Broadcast*, equivalendo a um BM-SC. Para isso, foi desenvolvido um novo componente – *BMcaster* – que será responsável pela entrega de conteúdos em modo *Multicast e Broadcast*.

O BM*caster* é um componente que se baseia nas entidades funcionais do BM-SC do 3GPP, mas dando relevância central à separação do processo de entrega do controlo de sessões. De forma a interagir com este novo componente, o DiNO teve de evoluir - DiNO++ - sendo-lhe desenvolvidas novas interfaces. O DiNO++ continua a desempenhar o seu papel de mediador, quer para o *Content Provider*, quer para o utilizador, disponibilizando este novo tipo de entrega de conteúdos e delegando a entrega *Multicast e Broadcast*.

A arquitectura de referência da plataforma MEDIA, constituída pelo DiNO ++ e pelo BM*caster*, pode ser vista na Figura 6.

### 3.2 DiNO++

O DiNO++, apresentado na Figura 7, é uma evolução da plataforma de gestão e entrega de conteúdos

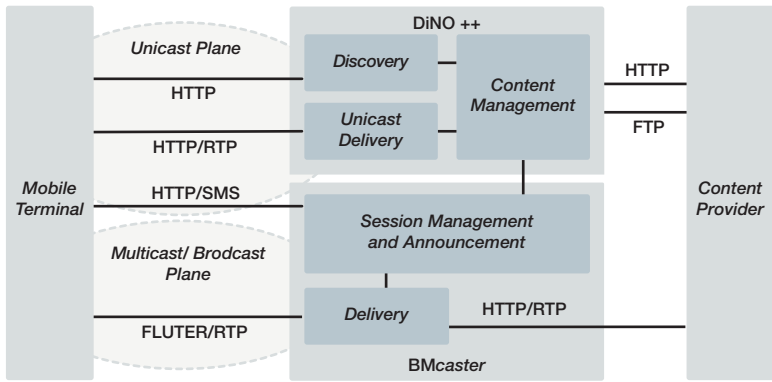



Figura 6 – Arquitectura geral MEDIA

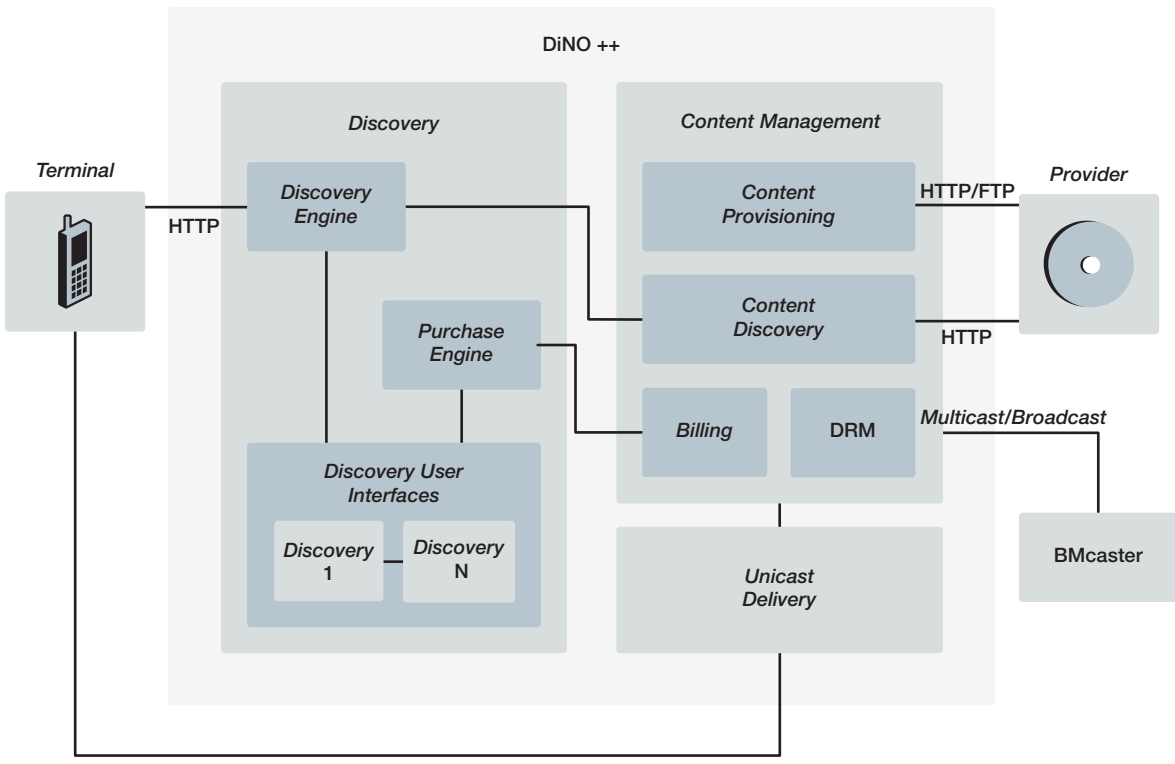



Figura 7 – Arquitectura DiNO ++

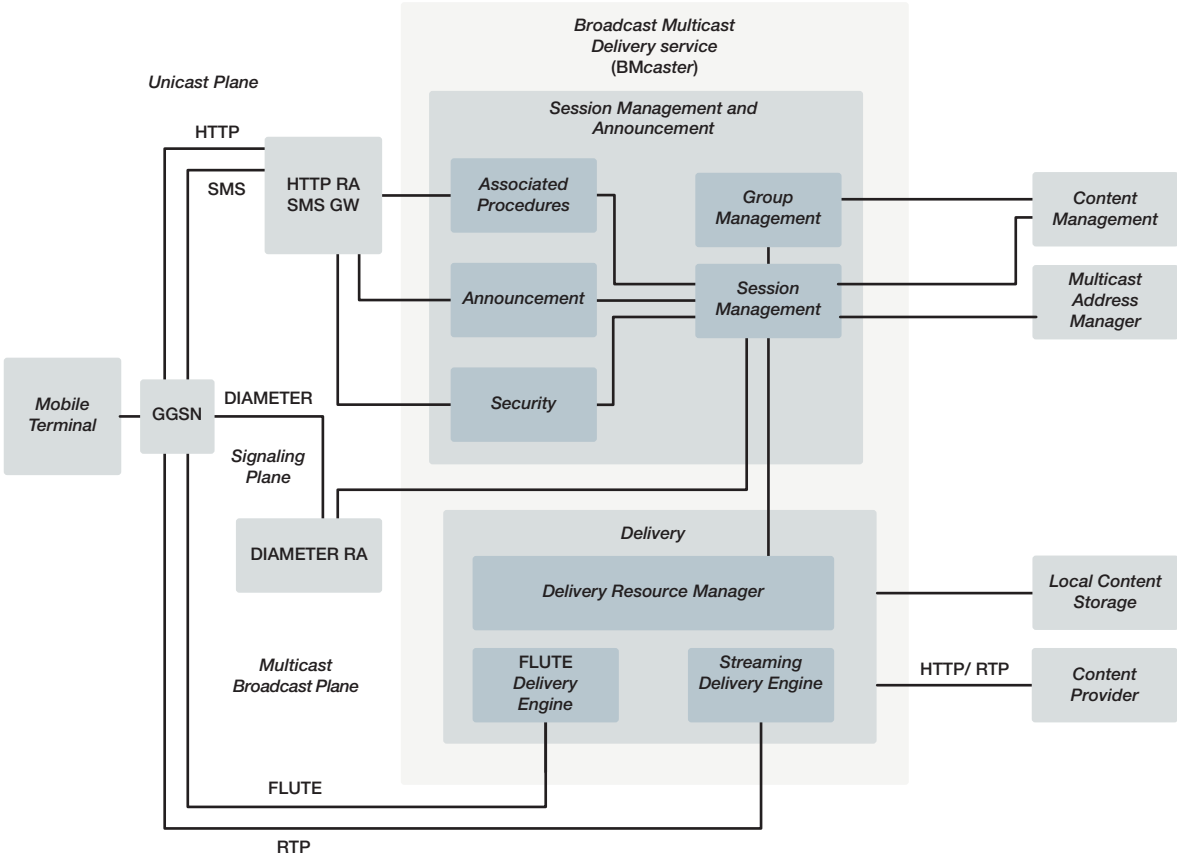



Figura 8 – Arquitectura Interna do BM*caster*

DiNO, no sentido de cumprir as exigências que permitam o seu funcionamento num cenário MBMS. Tal como o seu antecessor, o DiNO++ assenta em três funcionalidades principais:

> *Content Management*;

> *Discovery*;

> *Delivery*.

As funcionalidades de *delivery* não sofrem grandes alterações, apenas se acrescentando um novo método de entrega que suporta o sistema MBMS, ou seja, um método de entrega *Multicast/Broadcast*. Este método de entrega é da responsabilidade do *BMcaster*.

No entanto, as funcionalidades de *content managment* e de *discovery* têm de contemplar informação e fluxos adicionais, no sentido de suportar este novo método de entrega, pelo que é aí que se vislumbram maiores mudanças e novas funcionalidades.

O módulo *Content Management* pode ser subdividido em quatro tipos de funcionalidades:

> *Content Provisioning*;

> *Content Discovery*;

> *Billing*;

> DRM.

O processo de aprovisionamento de conteúdos (*Content Provisioning*) é da iniciativa do fornecedor. Existem dois mecanismos de inserção de conteúdos na plataforma, via:

> HTTP, através de um *browser ou* RSS *Feed;*

> FTP, através de processos *batch*.

A inclusão do novo método RSS *Feed* torna-se particularmente interessante para o cenário *Multicast*, uma vez que neste cenário faz sentido haver conteúdos dinâmicos a serem transmitidos, como por exemplo notícias. Nestes casos, estes seriam disponibilizados através do RSS e seria o DiNO++ a ter a iniciativa de ir actualizar o conteúdo. Este processo permite também ao fornecedor editar detalhes dos conteúdos por ele aprovisionados.

O processo de *Content Discovery* fornece uma visão ao módulo de *Discovery* sobre os conteúdos aprovisionados na plataforma e faz a ponte para os conteúdos externos, que poderão estar aprovisionados no fornecedor. O *Billing* e DRM são responsáveis pela taxação e entrega com direitos de gestão, respectivamente.

Uma das principais mudanças em termos de arquitectura do *Content Managment* foi o conceito de sessões. Nesse sentido, este módulo informa o *BMcaster* sobre as datas e horas a que será transmitido determinado conteúdo, caso seja um conteúdo *Multicast/Broadcast*. Por sua vez, o *BMCaster,* que será responsável pela entrega deste tipo de conteúdos, utiliza o *Content Management* para obter o conteúdo ou a sua localização, caso se encontre do lado do fornecedor ou numa plataforma externa.

O módulo *Discovery* é responsável pela interacção com o utilizador. Tem dois componentes principais:

> *Discovery Engine*;

> *Purchase Engine*.

O *Purchase Engine* comunica com o módulo de *Billing* do *Content Management* para a correcta taxação/licença de utilização do conteúdo em questão.

O *Discovery Engine* é responsável pela apresentação dos conteúdos ao utilizador. Este possui várias interfaces para o utilizador que podem disponibilizar aspectos gráficos alternativos, mas também tipos de conteúdos completamente diferentes. A selecção dos conteúdos fica a cargo de um algoritmo que comunica com o módulo *Content Management* para obtenção de informação dos mesmos.

No cenário de conteúdos *Multicast e Broadcast,* uma das informações mais relevantes para o utilizador será o horário das transmissões do conteúdo.

### 3.3 *Broadcast/Multicast Delivery Service*

Tal como apresentado na Figura 8, o *Broadcast/Multicast Delivery Service* (*BMcaster*) baseia-se nas entidades funcionais do BM-SC, mas a sua arquitectura interna foi definida tendo em conta a filosofia IMS de completa separação entre os componentes de controlo e de entrega.

O *know-how* obtido através do projecto europeu C-MOBILE teve, aqui, um papel central [4].

A separação entre estes dois tipos de componentes (controlo e entrega) permite uma grande escalabilidade, uma vez que unidades de controlo e/ou entrega podem ser adicionadas (ou retiradas) independentemente umas das outras, ajustando a capacidade do serviço às necessidades do sistema.

O controlo (*Session Management and Announcement)* pode ser dividido em cinco unidades funcionais:

> *Session Management;*

> *Group Management;*

> *Announcement;*

> *Security;*

> *Associated Procedures.*

O *Session Management* é o componente que gere as sessões. Recebe indicação do *Content Management* do DiNO++ que deve existir uma nova entrega numa determinada data. É da sua responsabilidade a criação dessa sessão e a gestão dos contextos de MBMS *Bearer*. O *Group Management* comunica com o *Content Management* do DiNO++ para obter informação sobre se um utilizador pode juntar-se à sessão a que pretende, e tem a responsabilidade de manter os contextos MBMS de cada utilizador. O componente *Security* gere e envia ao terminal (devidamente autorizado) as chaves de encriptação das sessões. O *Announcement* é responsável por criar e enviar (ou delegar o envio) o MBMS *Service Announcement* – ficheiros XML e SDP com informação técnica das sessões.

O *Associated Procedures* recebe e analisa o *feedback* dos utilizadores relativo à qualidade da recepção do conteúdo. Este *feedback* pode accionar retransmissões ou ajustes na configuração.

No processamento existem três tipos de componentes:

> *Delivery Resource Manager*;

> FLUTE *Delivery Engines*;

> *Streaming Delivery Engines*.

O *Delivery Resource Manager* é um *load-balancer* para os *Delivery Engines* existentes. Existem dois tipos de *Delivery Engines*:

> *Streaming;*

> FLUTE.

Qualquer um destes deve registar–se num *Resource Manager*.

Os *Streaming Delivery Engines* são *streaming servers* (como por exemplo o Helix da RealNetworks), que suportam entrega *Multicast*.

Os FLUTE *Delivery Engines* são o paralelo para o *download*: implementam o protocolo FLUTE para a entrega unidireccional fiável de ficheiros [5].

## 4. Resultados

A plataforma MEDIA permite conjugar as características comerciais do DiNO com a poupança de recursos da tecnologia MBMS.

Obedecendo à norma definida pela *Release* 6 do 3GPP, a plataforma MEDIA é pioneira nesta tecnologia. Prevê-se que as primeiras unidades de rede MBMS sejam lançadas comercialmente ainda este ano.

A plataforma, para além de usar tecnologia inovadora, tem a abordagem comercial como factor diferenciador dos outros esforços na

área do MBMS.

## 5. Conclusões

A *Release* 6 do 3GPP apresenta o MBMS como sendo o sistema utilizado para fazer o *Multicast* e *Broadcast* de dados nas redes 3G.

Assim, o MBMS possibilita o transporte unidireccional de conteúdos de uma única fonte para múltiplos receptores, poupando recursos de rede devido à partilha de canais pelos utilizadores. O MBMS usa o BM-SC para realizar a interface entre os fornecedores de conteúdos e as redes móveis. Para além disso, o BM-SC é também responsável pelo envio e gestão dos conteúdos para as redes MBMS.

A plataforma DiNO permite efectuar *downloads* de ficheiros e visualizar *streams* de vídeo no terminal móvel através de ligações dedicadas. Quando o mesmo conteúdo é requerido por grupos de utilizadores, a transmissão de conteúdos em modo *Multicast* e *Broadcast* é bem mais eficiente.

A plataforma MEDIA é uma evolução da plataforma DiNO e permite a distribuição da informação através de canais partilhados. A plataforma MEDIA será compatível com a *Release* 6 do 3GPP, desempenhando as funcionalidades de um BM-SC num sistema MBMS.

A PT Inovação, ao desenvolver um BM-SC, posiciona-se estrategicamente num mercado que está ainda a dar os primeiros passos.

Por um lado, a TV móvel é já uma realidade, mas é transmitida de uma forma completamente ineficiente. Por outro, e de acordo com a tendência de serviços WEB 2.0 observada na Internet, é esperada uma avalanche de conteúdos gerados pelo utilizador nas redes móveis.

Com a plataforma MEDIA, a PT Inovação antecipa-se ao futuro e responde às necessidades das redes móveis, preparando-as para a transmissão de TV de uma forma eficaz e habilitando-as para suportar a invasão de tráfego produzido no mundo da WEB 2.0 [6][7].

**Referências**

[1] Hélder Biscaia, João Ricardo Silva, Bruno Cabral, Victor Baptista, DiNO (Download Innovation) Plataforma de Gestão e Entrega de Conteúdos, Revista Saber & Fazer Telecomunicações 2006.
[2] 3rd Generation Partnership Project http://www.3gpp.org.
[3] 3GPP TS 23.246:"Multimedia Broadcast/Multicast Service; Architecture and Functional Description", Release 6.
[4] C-MOBILE project web page: http://c-mobile.ptinovacao.pt.
[5] 3GPP TS 26.346 V6.9.0 (2007-06), Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS), Protocols and codecs (Release 6).
[6] A. Al-Hezmi, M. Knappmeyer, B. Ricks, Filipe Cabral Pinto, R. Tönjes, Enabling IMS with Multicast and Broadcast Capabilities, PIMRC 2007.
[7] Filipe Cabral Pinto, Adel Al-Hezmi, Michael Knappmeyer, Björn Ricks, Signalling for IMS and MBMS Integration, submitted to Mosharaka 2007.

**Filipe Cabral Pinto,** licenciou-se 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*. Encontra-se neste momento a frequentar o curso de doutoramento da *Queen Mary University of London.* Actualmente as suas actividades centram-–se na integraçao entre os sistemas MBMS e IMS, no âmbito do Projecto Europeu C-MOBILE. Ao longo do seu percurso na PT Inovação desenvolveu actividades nos Projectos Europeus B-BONE, EVEREST, OPIUM e NETGATE. Colaborou ainda no projecto e instalação de diversas redes de transmissão de dados.

**António Videira**, licenciou-se em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho, encontra-se neste momento a concluir o mestrado 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.

**João Miguel Gonçalves** licenciou-se em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra em 2006 com média final de 15 valores. Como estágio de final de curso integrou um projecto de *Enterprise Content Managemen*t na Maisis, empresa que faz parte da Inovaria. No mesmo ano foi admitido como bolseiro no Instituto de Telecomunicações de Aveiro, no âmbito do projecto europeu C-MOBILE, em colaboração com a PT Inovação. Ainda em 2006 iniciou o Mestrado em *Wireless Networks pela Queen Mary University of London*, com data de finalização prevista para 2008.

**Hugo Cabral**, licenciou-se em Engenharia Informática e Computação pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Tem desenvolvido actividades no departamento de Serviços e Redes Móveis na Portugal Telecom Inovação SA desde Março de 2004, nomeadamente no desenho, arquitectura e implementação de um Centro de Mensagens Multimédia (MMSC), na execução de aplicações para portais móveis (MWiPEP – i9) e em processos de estatisticas de plataformas multimédia (DiNO e *Video Streaming*).

04

Nuno Silva

João Plácido

Luís Silva

Marco Monteiro

José Amorim


# Shipnet®
# Arquitectura de Serviços e Redes de Próxima Geração


palavras-chave:
3GPP IMS, ETSI TISPAN, OMA, NGN, IP, SIP, *Diameter*, Shipnet® SDF/CTF, SALINA, TELESAL


*Service Handling on IP Networks* – Shipnet®, representa a arquitectura de referência que enquadra a família de produtos da PT Inovação, para dar resposta aos desafios e necessidades das Redes de Próxima Geração (NGN/IMS), num cenário de convergência fixo-móvel.

Este artigo descreve sucintamente as novas arquitecturas de redes e serviços especificadas pelo 3GPP e ETSI TISPAN, mapeando-as para a arquitectura de referência Shipnet®.

Em particular, são descritas as várias plataformas e os serviços que constituem os níveis da arquitectura Shipnet®, bem como as parcerias estabelecidas para dar resposta a uma solução completa de Rede de Próxima Geração.

Será igualmente descrito o Projecto SALINA – ***S****etting an* ***AL****l* ***I****p* ***N****etwork in* ***A****veiro*, que tem como objectivo a construção de uma rede NGN/IMS completa, nas instalações da Inova-Ria, centrada na Arquitectura Shipnet®, coordenada com projectos de investigação do Instituto de Telecomunicações (IT) próprios, ou em consórcios nacionais e internacionais, preocupada com a construção e divulgação de conhecimento através de acções de formação, integrada com componentes de outras origens e outras infra-estruturas IMS, e alimentada por bolsas de especialização a partir da Universidade de Aveiro (UA).

Em suma, com os produtos Shipnet®, e utilizando a infra–estrutura aberta disponibilizada pelo Projecto SALINA, a PT Inovação reforça a sua posição como um actor importante nas redes de próxima geração, garantindo a evolução das soluções de rede e serviços actualmente existentes e promovendo a inovação na área de desenvolvimento de serviços e aplicações.

## 1. IMS – IP *Multimedia Subsystem*

A evolução das redes de telecomunicações tem seguido uma linha de convergência em torno das tecnologias IP, numa tendência de normalização do acesso aos serviços, aproveitando as sinergias criadas pela explosão da Internet.

A visão de uma rede de operador *All*-IP apresenta-se como alvo desta evolução. Esta tendência de evolução começou por se materializar com a criação da arquitectura IMS (*IP Multimedia Subsystem*) pelo 3GPP (Figura 1).

O IMS foi inicialmente desenhado como arquitectura para controlo de sessões multimédia IP para as redes móveis 3G, usando protocolos IETF como o SIP e o DIAMETER.

Embora desenhada originalmente para as redes móveis, o uso de tecnologias IP permite manter independência do tipo de rede de acesso, pelo que outros organismos de normalização, como o ETSI TISPAN, têm vindo a adoptar e melhorar a arquitectura IMS, para aplicação em contextos de rede fixa (NGN/IMS).

De salientar igualmente o trabalho realizado pela OMA (*Open Mobile Alliance*) na definição de serviços e *Service Enablers*, tais como *Push to Talk over Cellular* (PoC), *Instant Messaging* (IM), *Presence* (SIMPLE) e *Group List Management* (XDM), que utilizam a arquitectura IMS como plataforma de serviços.

Uma característica fundamental da arquitectura IMS é a clara separação entre camadas. Baseada numa rede IP (acessos e transporte), a arquitectura IMS assenta numa camada de controlo (*core*) constituída por servidores SIP (CSCF - *Call Session Control Functions)*, servidores de AAA (HSS - *Home Subscriber Server*), *media gateways*, *media servers* (MRF), etc.

A camada de controlo é comum a todos os serviços, que são invocados a partir dos servidores SIP (CSCF), de acordo com o perfil do utilizador armazenado no HSS.

As aplicações são implementadas em servidores aplicacionais SIP, ou adaptadas de um sistema CAMEL ou OSA ao IMS, através de elementos funcionais específicos.

Estas camadas são articuladas com funções de controlo da rede IP para garantir QoS, implementam mecanismos de segurança standardizados, e interagem com funções de *charging* e OSS/BSS.

Grande parte destas interacções é normalizada, o que permite que esta arquitectura se apresente como um *framework* aberto para fornecimento controlado de serviços multimédia sobre redes IP.

## 2. Arquitectura de referência Sh*ip*net®

A PT Inovação, ciente dos desafios que se avizinhavam na área da convergência fixo-móvel, iniciou em 2005 o Programa Estratégico Sh*ip*net® - *Service Handling on IP Networks*, com o objectivo primordial de consolidar a liderança como fornecedor de sistemas e plataformas para a criação, provisão e gestão de serviços e aplicações em

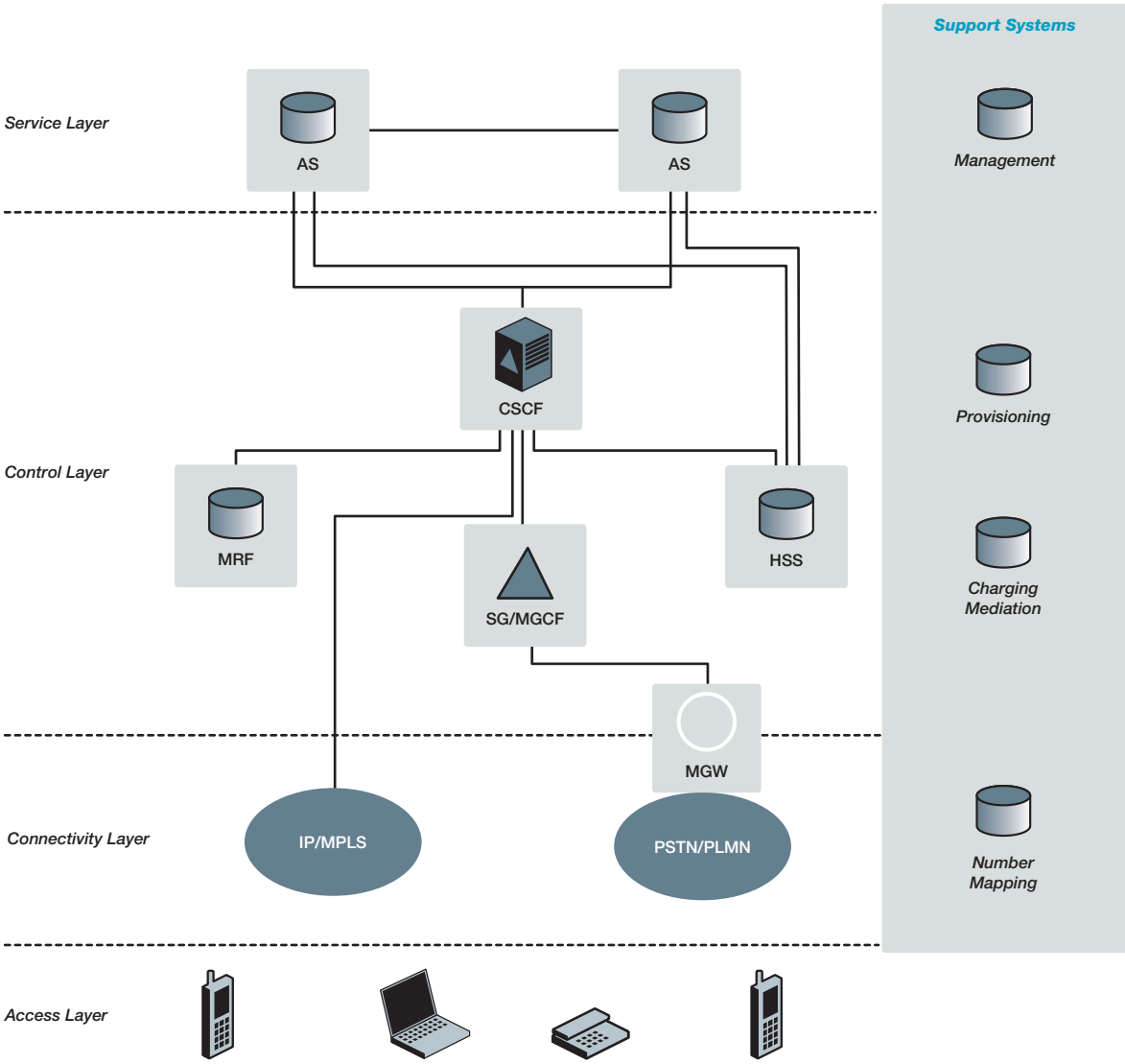



Figura 1 – Visão simplificada da arquitectura IMS

redes *all*-IP convergentes.

Tendo como pano de fundo as especificações dos organismos de normalização 3GPP/3GPP2, ETSI TISPAN e *PacketCable*, entre os principais objectivos delineados para o programa Sh*ip*net® há a referir os seguintes:

> garantir um nível de conhecimento adequado em tecnologia e serviços IP;

> seleccionar e concretizar parcerias nas áreas em que a PT Inovação entenda como de valor acrescentado;

> desenvolver produtos/serviços Sh*ip*net® que satisfaçam os requisitos e necessidades dos operadores do grupo PT;

> garantir a reutilização dos investimentos já feitos em plataformas e sistemas de tecnologia PT Inovação na fase de transição para as redes de nova geração.

Se necessariamente a Fase I (2005-2007) do Programa Sh*ip*net® constituiu na sua etapa inicial uma fase de estudo, experimentação e prototipagem, 2007 representou já a consolidação da arquitectura de referência e a materialização de um conjunto de plataformas e serviços Sh*ip*net®.

A arquitectura de referência Sh*ip*net® é uma arquitectura estratificada, composta pelo "*Service Layer*" que disponibiliza um *Service Delivery Framework* (Sh*ip*net® SDF) que permite a criação e execução de serviços e aplicações convergentes, e pelo *Control and Transport*

*Framework Layer* (Shipnet® CTF) que permite um controlo das sessões multimédia, com garantia de qualidade de serviço.

O OSS/BSS *Layer* é responsável pela provisão e gestão dos vários produtos da arquitectura Shipnet®, utilizando os princípios subjacentes às arquitecturas SOA (*Service Oriented Architectures*) e TMForum NGOSS (*New Generation Operations Systems and Software*), sendo utilizados os produtos *ip-Pier* e Shipnet® *Manager*. As secções seguintes descrevem o Shipnet® *Service Delivery Framework* (SDF) e o Shipnet® *Control and Transport Framework* (CTF).

## 2.1 Shipnet® *Service Delivery Framework* (SDF)

O Shipnet® SDF é composto pelos seguintes produtos:

> ***ip*-Jib SIP *Application Server***: constitui por excelência a plataforma na qual os serviços IP multimédia com características *real-time* são executados, tendo como base as tecnologias J2EE e JSLEE. Para além de disponibilizar um conjunto de abstracções que facilitam o desenvolvimento de aplicações e serviços (tais como B2BUA, localização, *messaging*, *charging*, etc.), disponibiliza um conjunto de conectores para diversos protocolos *standard*, tais como: SIP/ISC, Diameter, SMPP/UCP, LIF/MLP, HTTP, XML/SOAP, etc., possibilitando ainda o desenvolvimento de conectores para protocolos proprietários;

> ***ip*-Sail:** disponibilizando uma interface para ambiente de serviços CAMEL (IM-SSF), incluindo taxação em tempo real;

> **conjunto de *Service Enablers***: representam módulos funcionais com interfaces *standard*, de acordo com as especificações da OMA, IMS e TISPAN, como por exemplo:

> *location* (plataforma Loc@cel);

> *messaging* (plataformas Unibox, SMS-C e MMS-C);

> *presence*;

> *content management* (plataforma DiNO);

> *authentication/authorization*;

> *group list management*.

Neste nível é igualmente enquadrada a plataforma NGIN da PT Inovação.

A Figura 2 apresenta a arquitectura do Shipnet® SDF.

### 2.1.1 Serviços e aplicações Shipnet®

Utilizando as funcionalidades disponibilizadas pelo Shipnet® SDF, é possível o desenvolvimento de novos serviços e aplicações tirando proveito das várias plataformas e *Service Enablers*, por forma a dar uma resposta atempada e efectiva às necessidades dos vários clientes.

Entre o leque de serviços e aplicações implementados sobre a plataforma ip-JIB SIP *Application Server*, são de referir os seguintes produtos:

> **IP-Centrex/vPABX convergente:** implementa funcionalidades avançadas de *Call Control*, de acordo com as especificações *IP Multimedia Telephony* [3GPP TS24.173];

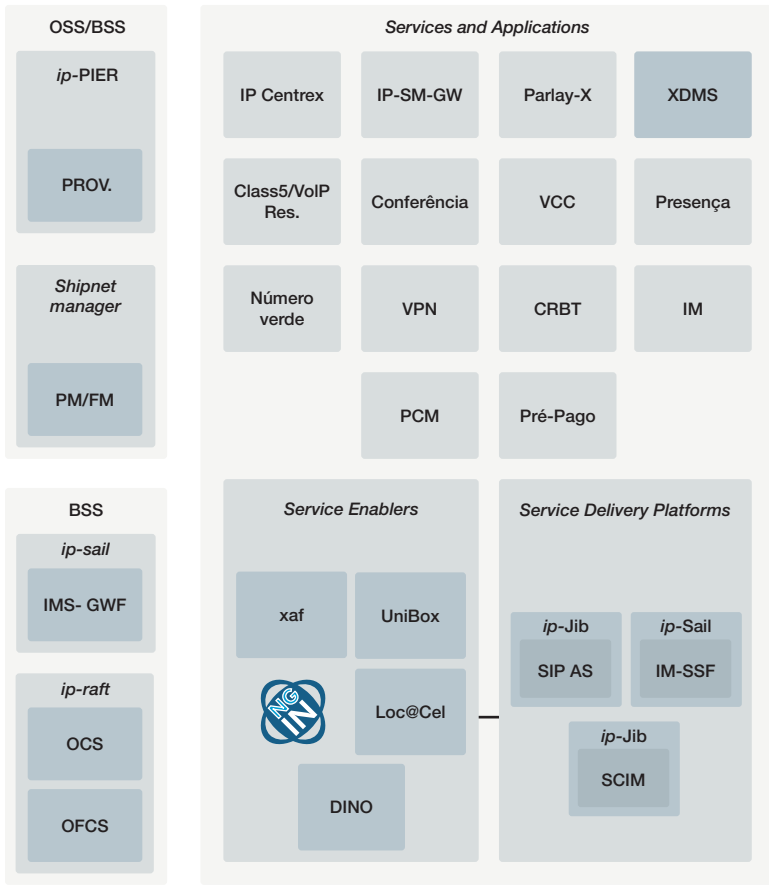



Figura 2 – Shipnet® *Service Delivery Framework*

> ***Voice Call Continuity* (VCC)**: que permite *seamless handover* entre redes Wi-Fi e GSM, de acordo com as especificações [3GPP TS 24.206];

> **Áudio/Vídeo Conferência:** disponibilizando facilidades de *floor-control* através de interfaces amigáveis.

De referir que os produtos IP-Centrex/vPABX e *Voice Call Continuity* (VCC) foram igualmente apresentados em Outubro na Futurecom 2007, o mais importante evento de tecnologia de informação e comunicação da América Latina.

### 2.2 Shipnet® *Control and Transport Framework* (CTF)

O Shipnet® *Control and Transport Framework* é composto pelos seguintes produtos:

> ***ip*-Deck X-CSCF:** representa a infra-estrutura base de controlo de sessão compatível com o IMS, arquitectura de fornecimento de serviços *end-to-end*. Implementa as três funções de controlo base IMS de uma sessão de chamada: P-CSCF, S-CSCF e I-CSCF, e ainda as funções de BGCF;

> ***ip*-Cockpit HSS:** constitui a base de dados principal dos utilizadores, contendo todos os dados mestre de suporte às entidades de rede que processam as chamadas sessões de diferentes domínios e subsistemas do operador. Este repositório assegura a autenticação e autorização do acesso IMS aos clientes. Permite também o acesso a informação necessária para a selecção de rede, qualidade de serviço e localização de cliente. Para este caso concreto é utilizada a solução da HP;

> ***ip*-Windless MRF:** é um *Media Server* IP genérico que disponibiliza uma vasta gama de funcionalidades de processamento de diferentes tipos de média a tocar/gravar anúncios de áudio e vídeo, reconhecimento de fala, síntese de texto, conferência, fax e *transcoding* – que facilitam a implantação de serviços multimédia avançados;

> ***ip*-Rudder RACS:** responsável pelo controlo de admissão de novos fluxos na rede e pela gestão dos seus recursos, garantindo controlo de qualidade de serviço (QoS);

> ***ip*-Keel MGW:** permite o interfuncionamento com redes legadas. Neste caso concreto é utilizada a parceria com VocalTec e AudioCodes;

> ***ip*-Compass ENUM/DNS:** disponibiliza as funções típicas dos servidores de ENUM/DNS, facilitando a convergência entre a Internet e os serviços tradicionais de telecomunicações;

> ***ip*-Hatch SBC:** com funções de segurança, NAT *Traversal* e interfuncionamento com outras redes IP, sendo utilizado o produto da ACME *Packet*;

> ***ip*-Tiller NASS:** responsável pelo registo e inicialização do *User Equipment* (UE), ao nível da rede, para acesso a serviços NGN. É responsável pela identificação e autorização, gestão do espaço de endereçamento IP da rede de acesso e por autenticar as sessões;

> ***ip*-Raft OCS/OFCS:** tem funcionalidades de on-line e off-line *charging.*

A Figura 3 apresenta a arquitectura do Shipnet® *Control and Transport Framework*.

## 3. Projecto SALINA

Numa aposta clara de criação de sinergias na área das redes NGN/IMS, e alavancando as potencialidades da arquitectura Shipnet® da PT Inovação, está a ser lançado o projecto SALINA (***S****etting an* ***AL****I* ***I****p* ***N****etwork in* ***A****veiro*) no âmbito do programa TELESAL - Rede de Competências em Telecomunicações e Tecnologias de Informação. O principal objectivo do Projecto SALINA é a construção de uma rede NGN/IMS completa, nas instalações da InovaRia, centrada na Arquitectura Shipnet®, coordenada com projectos próprios de investigação do Instituto de Telecomunicações (IT) ou em consórcios nacionais e internacionais, preocupada com a construção e divulgação de conhecimento através de acções de formação, integrada com componentes de outras origens e outras infra-estruturas IMS, nomeadamente da NOKIA SIEMENS *NETWORKS* (NSN), e alimentada por bolsas de especialização a partir da Universidade de Aveiro (UA).

Essa rede ficará ao dispor dos parceiros do projecto, e ainda do tecido tecnológico nacional de investigação e desenvolvimento, em condições de acesso fácil, simplificado e de reduzido custo. Será uma rede aberta, suportando a interligação a outras infra-estruturas IMS provenientes de outras fontes, podendo suportar testes de interoperabilidade, demonstrações de outros projectos e trabalhos de inovação em aplicações e serviços.

A Figura 4 dá uma visão de alto nível do ecossistema em torno da rede SALINA, evidenciando a sua interligação com os vários parceiros e entidades externas.

Pretende-se dotar a rede com uma variedade de tecnologias de acesso móveis e fixas (acesso DSL através de interligação com a rede do projecto AMORA, acesso móvel através da rede da TMN, etc.), que permitam aumentar os cenários de serviço possíveis e assim potenciar a experimentação, validação e demonstração de soluções e aplicações convergentes.

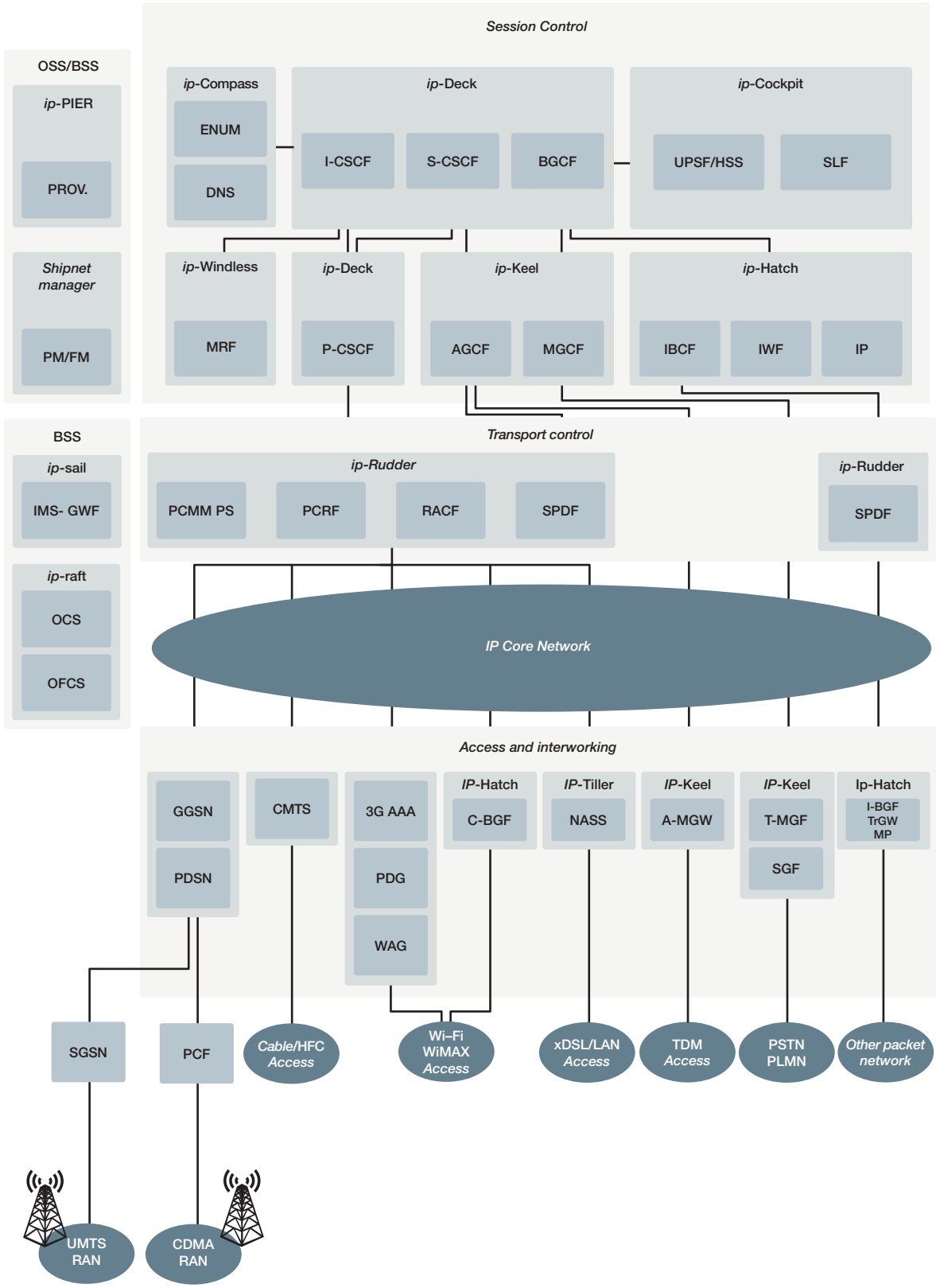



Figura 3 - Shipnet® *Control and Transport Framework*

A rede SALINA constituir-se-á como uma rede NGN/IMS para:

> suportar o teste de novas versões dos componentes que a integram;

> servir de rede referência para o teste e interligação com redes NGN/IMS de outros fornecedores (NSN, etc);

> suportar o teste de integração de componentes da arquitectura Sh*ip*net® com outras infra-estruturas NGN/IMS;

> suportar o teste de interoperabilidade com componentes de outras origens;

> suportar o desenvolvimento e teste de aplicações e serviços IMS próprias ou de terceiros;

> desenvolver serviços de formação, treino e suporte a futuras empresas de desenvolvimento de aplicações IMS.

Contribuindo para a construção de uma rede aberta de testes e de meios de desenvolvimento, o Projecto SALINA não se esgota no âmbito e limites do seu consórcio, pretendendo assumir-se como um recurso fundamental de captação e promoção de sinergias e de alargamento da base tecnológica de pequenas e médias empresas nacionais envolvidas no novo esforço de desenvolvimento de aplicações e serviços para a Rede de Nova Geração.

O esforço de colaboração a realizar, e a conjugação das valências base dos intervenientes, apontam também uma perspectiva de sucesso na colaboração internacional, e mesmo na exploração de resultados comerciais além fronteiras, alicerçando essas perspectivas no leque de competências dos proponentes deste projecto.

## 4. Conclusões

Com a arquitectura de produtos Sh*ip*net®, com um *Roadmap* bem definido, a PT Inovação assume um posicionamento inequívoco na área das redes de próxima geração (NGN/IMS), quer através de produtos próprios, quer através de um conjunto de parcerias criteriosamente seleccionadas, com as seguintes vantagens competitivas:

> disponibilização de um *Service Delivery Framework* (SDF) com um conjunto de aplicações e *Service Enablers out-of-the-box*, possibilitando uma rápida e flexível criação e provisão dos serviços, e consequente redução do OPEX;

> solução *carrier-grade*, com robustez e elevada capacidade de desempenho;

> arquitectura de rede convergente através do *Control and Transport Framework* (CTF), permitindo a redução do CAPEX, através da reutilização de uma infra–estrutura consolidada para múltiplos serviços;

> fácil reutilização de serviços instalados em plataformas legadas (por exemplo, NGIN) e vários *Service Enablers*.

Estas vantagens competitivas serão devidamente promovidas usando a rede SALINA, através da qual a PT Inovação vai possibilitar um completo ambiente de demonstração e desenvolvimento, envolvendo o

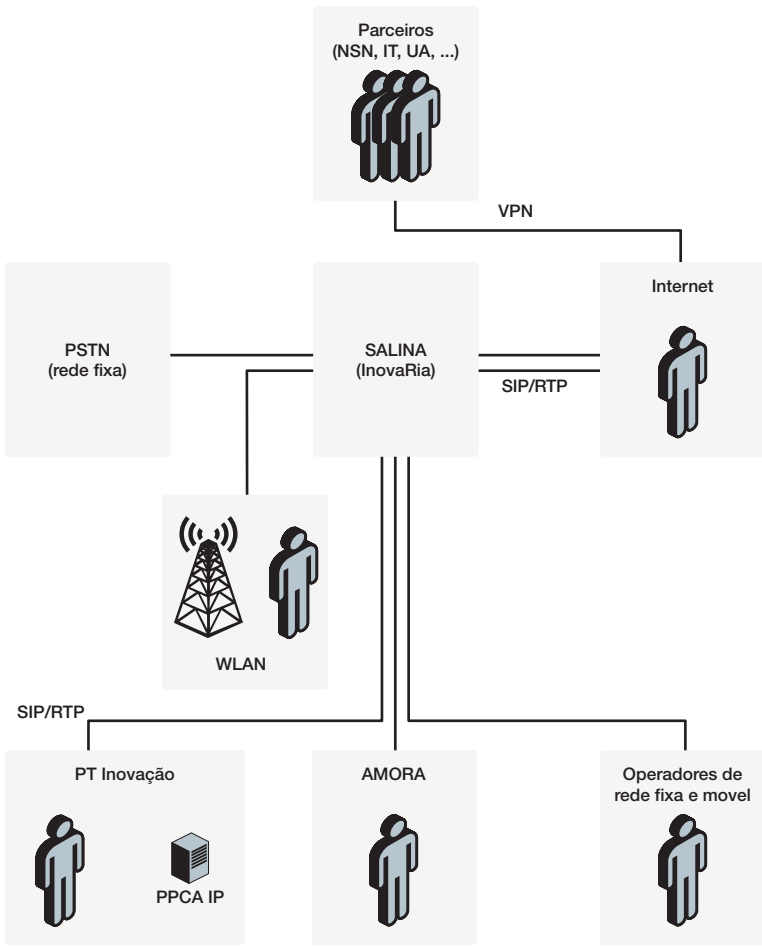



Figura 4 - Rede SALINA e ecossistema envolvente.

meio académico e empresarial, possibilitando assim o aparecimento de serviços inovadores.

Em suma, os objectivos delineados para o triénio 2005-2007 foram na sua globalidade atingidos, concretizados através de um conjunto de produtos (serviços e plataformas) Sh*ip*net®, que demonstram a presença da PT Inovação nas Redes de Próxima Geração (NGN/IMS).

**Nuno Carvalho Silva**, licenciou-se em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro e mestre em Telecomunicações pela *University College of London* (UCL). Desempenhou funções na PT Inovação na área de gestão de redes e serviços IP, exercendo nesse período acções de consultoria na PrimeSys (Brasil) e na PT Prime. Participou igualmente em vários projectos do IST e estudos do Eurescom. Nos últimos anos tem trabalhado na área das Redes de Próxima Geração (IMS/TISPAN), sendo actualmente responsável pelo grupo "Redes e Serviços IMS" no departamento de Serviços e Redes Móveis, que coordena o Programa Sh*ip*net® da PT Inovação. Participa no grupo SA – *Service Aspects* do 3GPP.

**João Filipe Plácido**, licenciou-se em Engenharia Electrotécnica, ramo de Telecomunicações, pela Universidade de Coimbra, em 2001, e pós-graduou-–se em Comunicações Móveis e em Redes de Comunicação na Universidade de Aveiro. Em 2002, ingressou na PT Inovação, Aveiro, departamento de Serviços e Redes Móveis, unidade de Internet Móvel e Convergência, onde participou no desenho e desenvolvimento de várias plataformas de serviço, nomeadamente serviços de mensagens multimédia e MMS-C, mediação de *charging* e portais multimédia móveis. Participou também em projectos internacionais de I&D - IST Daidalos e Eurescom P1656. Desde 2004, tem estado envolvido no desenvolvimento de soluções de CSCF para *core* IMS inserido na iniciativa Sh*ip*net® da PT Inovação na área de NGN/IMS. Actualmente está a trabalhar na construção de uma rede *all*-IP NGN/IMS em Aveiro – projecto SALINA (*Setting an All IP Network in Aveiro*).

**Luis Filipe Silva**, licenciou-se em Engenharia Electrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro, em 2005. Ingressou nesse mesmo ano na PT Inovação, no departamento de Experimentação e Selecção de Tecnologias tendo mudado de departamento no presente ano (2007) para o departamento de Serviços e Redes Móveis – Unidade de Redes e Serviço IMS. Iniciou a sua actividade na PT Inovação na área de Redes de Próxima Geração, ao nível da camada de controlo, mais concretamente ao nível do HSS e do CSCF, adquirindo conhecimento em IMS, SIP e Diameter. Numa segunda fase, iniciou o trabalho ao nível da camada aplicacional, trabalhando com a plataforma *OpenSource Mobicents*, desenvolvendo um *Enabler de Charging* e um *Resource Adaptor Diameter*, para interligar a camada aplicacional (AS) com a plataforma de *Charging*. Actualmente, participa no projecto Europeu OPUCE (*Open Platform for Usercentric service Creation and Execution*) e na iniciativa Sh*ip*net, sendo um dos elementos responsáveis pela plataforma i*p*-Jib, especificando e desenvolvendo serviços/conectores/*service enablers* no âmbito do projecto IP Centrex/vPABX convergente.

**Marco Monteiro**, licenciou-se em Engenharia Electrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro, em 2004. Ingressou nesse mesmo ano na PT Inovação, no departamento de Experimentação e Selecção de Tecnologias tendo mudado de departamento no presente ano (2007) para o departamento de Serviços e Redes Móveis – Unidade de Redes e Serviço IMS. No início da sua actividade adquiriu conhecimentos sobre várias tecnologias/protocolos para desenvolvimento de serviços, destacando-se a tecnologia Jain SLEE e o protocolo SIP. Nesse mesmo período teve uma participação activa no projecto *Open Source Mobicents*. Actualmente possui conhecimentos de Jain SLEE, SIP e redes IMS tendo alguns conhecimentos em SIP Servlets, OSA Parlay e J2EE. Na iniciativa SHIPNET é um dos responsáveis pela plataforma i*p*-Jib, quer ao nível do desenvolvimento de conectores/serviços/*service enablers* quer ao nível de especificação desses mesmos componentes (como exemplo disso temos o *enabler* B2BUA usado no controlo de sessões SIP). Relativamente aos serviços e aplicações SHIPNET é actualmente um dos responsáveis pela especificação e desenvolvimento do projecto IP Centrex/vPABX convergente.

**José Carlos Amorim**, concluiu o Bacharelato em Engenharia Informática, pelo Instituto Politécnico de Bragança em 2002 e licenciou-se em Engenharia de Sistemas e Informática, pela Universidade do Minho, em 2005. Ingressou nesse ano na PT Inovação, no departamento de Serviços e Redes Móveis, tendo a função de implementar um protótipo das *Call Session Control Functions* (CSCF) que numa segunda fase passou a ser o produto ip-Deck. Esta área permitiu adquirir conhecimentos em IMS, SIP e Diameter. Actualmente, encontra-se na mesma área e participa nos projectos ip-Hatch e ip-Deck ambos englobados na iniciativa Sh*ip*net®. Participa também no projecto SALINA que tem como base os produtos Sh*ip*net®.

05

João Torres

João Firmeza

# Serviços Avançados de Controlo de Chamadas para Redes de Próxima Geração sobre a Arquitectura Sh*ip*net®

palavras-chave:
IMS, VCC, RBT,
Jain SLEE, RPG, B2BUA

Este artigo apresenta exemplos de serviços avançados de controlo de chamadas desenvolvidos sobre a arquitectura Sh*ip*net® da PT Inovação.

O artigo apresenta a arquitectura de desenvolvimento de serviços baseada no servidor de aplicações *ip*-Jib, e detalha aspectos de implementação e fluxos de sinalização de chamadas de dois importantes serviços para redes IMS/NGN, nomeadamente:

> ***Voice Call Continuity*:** serviço normalizado pelo 3GPP que possibilita o *handover* de chamadas de voz entre redes baseadas em comutação de circuitos (ex. GSM) e redes totalmente IP (ex. HSPA, Wi–Fi, WiMAX);

> ***RingBackTones* IMS:** serviço que permite personalizar o tom de retorno de chamada para ambientes IMS/NGN.

O artigo descreve ainda o papel de cada elemento da arquitectura IMS na composição e orquestração deste tipo de serviços.

## 1. Introdução

O desenvolvimento das redes de próxima geração surgiu inicialmente como uma tentativa de unir dois mundos de sucesso:

> internet;

> telefonia móvel.

O objectivo inicial era levar para os serviços tradicionais de telecomunicações as facilidades e eficiência das redes de comunicação baseadas na comutação de pacotes IP.

Nesse contexto, o 3GPP teve um papel de liderança desenvolvendo uma arquitectura aberta denominada IMS – IP *Multimedia Subsystem*.

Esta arquitectura despertou o interesse de outros grupos, como os operadores de telefonia fixa e de serviços via cabo, que através do ETSI/TISPAN desenvolveram arquitecturas equivalentes fortemente baseadas no 3GPP IMS, potenciando assim uma real convergência tecnológica tanto ao nível das arquitecturas de rede, como ao nível dos paradigmas de acesso fixo/móvel tradicionais.

Tendo em consideração este novo cenário de convergência tecnológica no mundo das telecomunicações, a PT Inovação desenvolveu a arquitectura Sh*ip*net®. Para uma descrição detalhada da solução Sh*ip*net® deve ser consultado artigo nesta revista.

O presente artigo apresenta dois serviços que recorrem a lógicas avançadas de controlo de chamadas ou sessões IMS desenvolvidos sobre a arquitectura Sh*ip*net®:

> serviço *Voice Call Continuity* (VCC);

> serviço *RingBackTones* (RBT).

Estes serviços estão suportados na plataforma *ip*-Jib, plataforma de desenvolvimento e de execução de serviços IMS (*IMS Service Delivery Platform*) da PT Inovação, apresentada na secção 2.

A secção 3 descreve a estratégia comum utilizada no desenvolvimento destes serviços.

O serviço VCC é descrito detalhadamente na secção 4. Na secção 5 é apresentado o serviço RBT.

## 2. *ip*-Jib da arquitectura Sh*ip*net®

A plataforma *ip*-Jib é a solução convergente de SIP/IMS *Application Server* da família de produtos Sh*ip*net® da PT Inovação, baseado nas tecnologias JSLEE (JAIN SLEE) e JEE.

O *ip*-Jib (Figura 1) é dividido em dois componentes básicos:

> *container* JSLEE;

> *container* JEE.

O *container* JSLEE é sub-dividido em três camadas:

> *Service Logic Execution Environment* (SLEE);

> *Resource Adapters* (RA);

> *Enablers*.

O SLEE disponibiliza um ambiente de criação e execução de serviços de tempo real, bem como um conjunto de interfaces que permite a administração de serviços - instalação, activação e provisão de dados - e do próprio servidor de aplicações.

Os *Resource Adapters* permitem a interacção do servidor com o mundo externo, possibilitando o acesso por exemplo a protocolos de rede e a bases de dados.

Os *Enablers* fornecem aos desenvolvedores de serviços uma abstracção de nível mais alto sobre lógicas comuns na interacção dos serviços com os RA.

O *container* JEE disponibiliza um ambiente adequado à criação e execução da lógica de apresentação dos serviços.

Para além do *ip*-Jib, outros elementos da arquitectura Sh*ip*net® são necessários para o fornecimento dos serviços aqui apresentados.

Entre eles destacam-se:

> O *ip*-Deck, que é o elemento responsável pelo processamento da sinalização SIP na rede IMS. Engloba as funções P-CSCF, I-CSCF e S-CSCF da arquitectura IMS;

> O *ip*-Cockpit, que é o repositório de dados relativos aos utilizadores da rede IMS e aos serviços subscritos por cada utilizador. Executa o papel do HSS na rede IMS;

> O *ip*-Keel, executa o papel do *Media Gateway* (MG) na rede IMS, fazendo a conversão entre a sinalização SIP/IMS e BICC/ISUP, além da descodificação dos fluxos de áudio.

## 3. Abordagem técnica

A estratégia utilizada no desenvolvimento dos serviços descritos baseia-se na inserção de um B2BUA (*Back-to-Back User Agent*) no fluxo de sinalização da chamada.

A função de B2BUA é desempenhada pelo *Session Enabler*, um dos *Service Enablers* disponíveis no *ip*-Jib. Este elemento fica responsável por intermediar os fluxos de sinalização entre as partes: origem e destino, separando uma chamada em duas chamadas independentes. Tal separação permite a adição de lógicas adicionais, que interconectam as partes da forma desejada, fornecendo o serviço pretendido.

## 4. VCC

A solução de *Voice Call Continuity* (VCC) da PT Inovação é uma aplicação IMS capaz de transferir chamadas de voz entre dois domínios: redes de comutação de circuitos (ex. GSM ou CDMA) e redes de comutação de pacotes (ex. HSPA, Wi–Fi ou WiMAX).

Através desta aplicação, o utilizador obtém uma experiência continuada e transparente enquanto a sua chamada é transferida entre os dois domínios.

Além disso, a solução fornece funcionalidades de selecção de rede, tanto para a origem, como para a terminação de chamadas.

A lógica principal da aplicação VCC

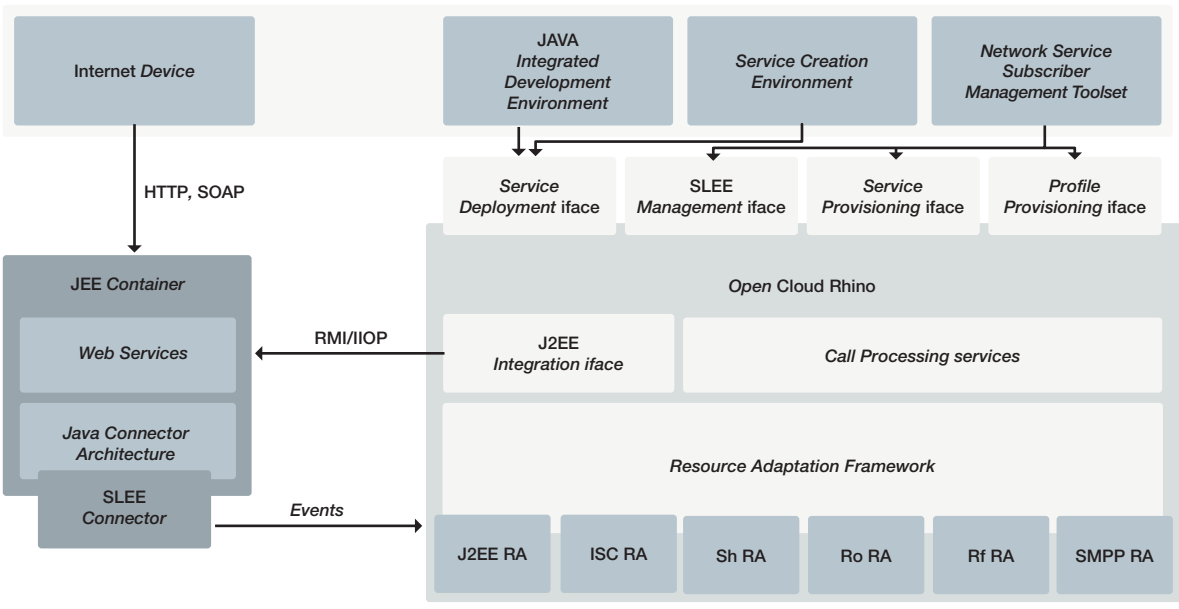



Figura 1 – Arquitectura da plataforma *ip*-Jib®

é hospedada no *ip*-Jib, localizado junto à rede IMS *home* do utilizador, do serviço de continuidade de voz.

As chamadas destinadas para o utilizador e as originadas pelo mesmo, tanto na rede de comutação de circuitos, como na rede IMS, são redireccionadas para a aplicação VCC que passa a controlá-las.

A solução da PT Inovação fornece também as funcionalidades necessárias à rede de comutação de circuitos para o redireccionamento das chamadas dos utilizadores assinantes do serviço para a aplicação VCC, através de um serviço suportado no ambiente IN/CAMEL da PT Inovação – a plataforma de rede inteligente NGIN.

### 4.1 Arquitectura do sistema

A solução VCC é dividida em três componentes, conforme especificado pelas normas 3GPP:

> DTF (*Domain Transfer Function*);

> DSF (*Domain Selection Function*);

> CSAF (*Circuit Switched Adaptation Function*).

Todos estes componentes são hospedados no *ip*-Jib. O DTF é o elemento responsável pelo controlo das chamadas dos clientes do serviço de VCC. O controlo é feito através de um elemento que actua como B2BUA (*Back to Back User Agent*). O B2BUA actualiza as "pernas" da chamada, origem e destino, quando uma solicitação de transferência é recebida pelo DTF.

O DTF interage também com o serviço de cobrança/tarifação *online* via interface normalizada Ro, gerando os dados para tarifação dos serviços correspondentes. Além disso, o DTF, Figura 2, interage com o DSF, informando a existência de alguma chamada em curso e o domínio da mesma.

O DSF é o elemento responsável pela selecção do domínio de entrega das chamadas destinadas aos clientes do serviço de VCC.

Neste processo de selecção, o DSF usa informações sobre o estado de registo do utilizador em cada domí-

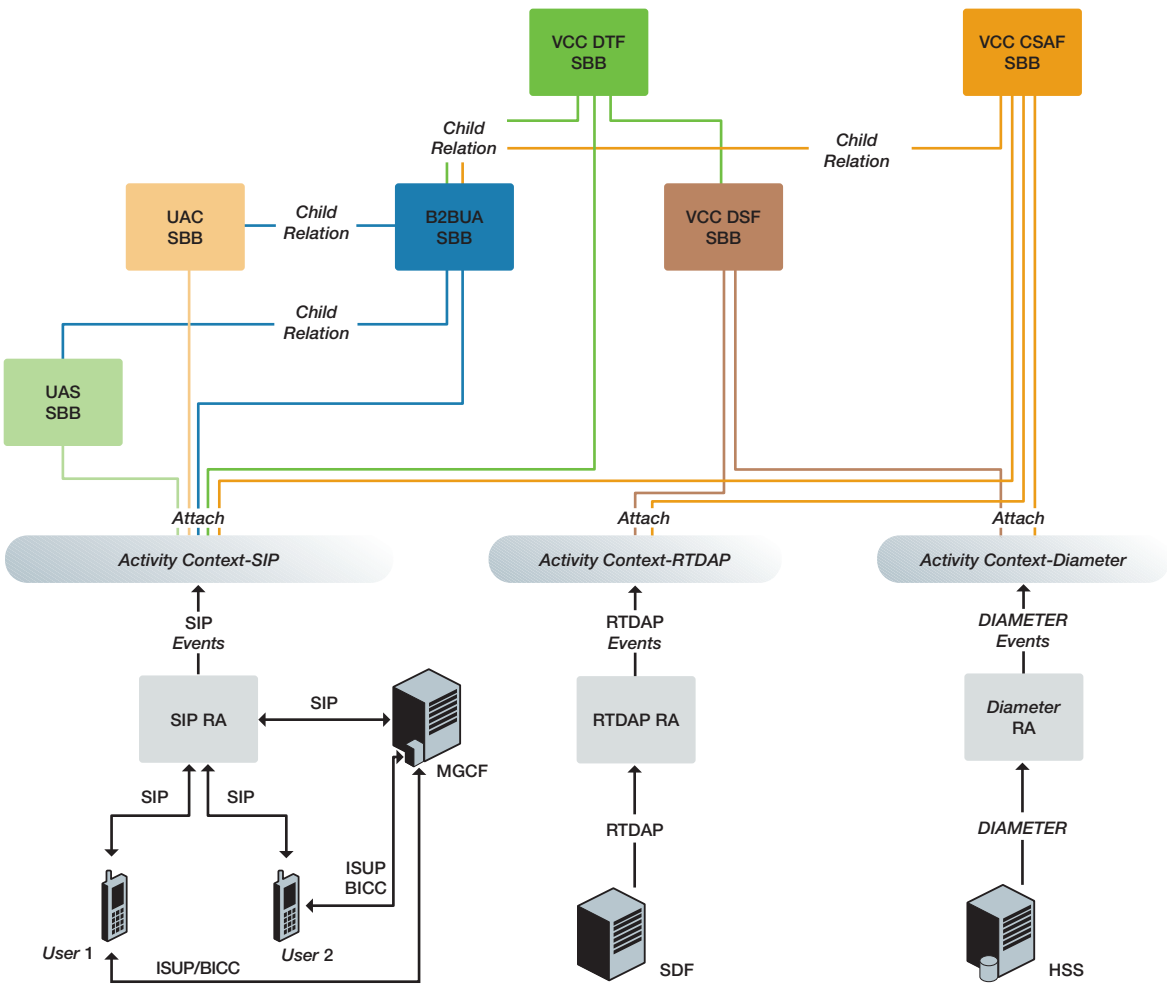



Figura 2 - Arquitectura do serviço no *ip*-Jib®

nio, sobre a preferência do mesmo, sobre a existência de alguma chamada em curso e sobre o domínio desta chamada, caso ela exista.

O DSF interage com o HSS (*ip*-Cockpit) e com o NGIN *Service Data Point* - SDP (via RTDAP) para obtenção do estado de registo do terminal na rede IMS e na rede de comutação de circuitos, respectivamente. A existência de alguma eventual chamada activa é fornecida pelo DTF.

A preferência de entrega da chamada é configurada pelo cliente através da interface V3 – interface http entre o terminal móvel e o servidor de aplicações, sendo o DSF responsável pelo armazenamento e recuperação desta informação. O DSF determina ainda os CSRN usados nas chamadas entregues à rede legada.

O CSAF é o elemento de contacto com a rede IMS para as chamadas originadas na rede legada. O CSAF interage (via RTDAP) com a rede legada, controlada através de mecanismos IN através de uma plataforma gsmSCP (*Service Control Point* da família NGIN da PT Inovação), identificando o cliente do serviço VCC e passando à rede IMS os dados relacionados à chamada (números originais de origem e de destino da chamada).

Além dos elementos descritos acima, a solução VCC da PT Inovação utiliza elementos de rede inteligente da família de produtos NGIN para controlo na rede de comutação de circuitos.

Nos elementos NGIN fica a responsabilidade do redireccionamento das chamadas originadas na rede legada pelos clientes do serviço de VCC para a rede IMS que hospeda a aplicação VCC. Este redireccionamento é realizado usando os IMRN.

O NGIN é responsável ainda pelo armazenamento dos dados originais da chamada (número de origem e de destino) e, posteriormente, interage com o CSAF via RTDAP, passando estes dados. O NGIN (via RTDAP), fornece ainda ao DSF o estado de registo dos clientes VCC na rede legada.

A Figura 3 mostra a arquitectura da solução no contexto das redes IMS e legada.

### 4.2 Detalhe de implementação

A Figura 2 apresenta a arquitectura do VCC numa perspectiva interna ao *ip*-Jib.

O DTF e o CSAF são serviços distintos, o DTF SBB e o CSAF SBB são *root Service Building Blocks* destes serviços.

Cada um destes serviços usa uma instância do B2BUA e a interacção entre estes ocorre através da rede. O B2BUA é composto ainda por mais dois SBBs, o UAC SBB e o UAS SBB, que executam o papel de *sip client user agent* e *sip server user agent*, respectivamente.

O DTF utiliza o método *initial event select* para definir a *uri sip* do cliente sendo servido como o *SBB convergence name*. Assim, é possível que uma mesma SBB *Entity* relacione uma chamada já ancorada com um pedido de *handoff* do mesmo cliente.

O DSF SBB também faz parte do serviço DTF e é accionado nos casos onde o cliente atendido está na "perna" de terminação da chamada.

O CSAF garante que as chamadas originadas na rede legada por clientes do serviço VCC sejam encaminhadas ao DTF usando a *uri sip* do cliente e não o seu MSISDN.

Neste processo, o CSAF primeiro procura, via RTDAP, os dados da chamada armazenados pelo NGIN no seu *Service Data Function* (SDF) e, em seguida, usa estes dados para consultar o HSS e obter a *uri sip* do cliente servido. Isto permite ao DTF associar chamadas ancoradas e pedidos de *handoff,* usando o *convergence name,* conforme mencionado anteriormente.

## 5. RBT

O serviço RBT (*RingBackTones*) IMS permite personalizar o tom de retorno recebido por um cliente que inicia uma chamada. Este tom de retorno permanece durante o período que abrange o início da chamada até o momento em que a chamada é atendida.

Assim como no VCC, o RBT usa um B2BUA na sua lógica.

O RBT, ao detectar que um dos subscritores do serviço inicia uma chamada, acciona o B2BUA que inicia duas novas chamadas. Uma delas em direcção ao *ip*-Windless (*Multimedia Resource Funcion* - MRF), responsável pelo fornecimento do fluxo de áudio ouvido pelo cliente originador da chamada.

A outra chamada iniciada pelo B2BUA é em direcção ao destino original. Assim, enquanto o destino não atende a chamada, o RBT mantém o cliente originador e o *ip*-Windless conectados. No momento em que o cliente destino atende a chamada, o RBT encerra a chamada com o *ip*-Windless e interconecta os dois clientes origem e destino.

### 5.1 Detalhe de implementação

Duas implementações alternativas do serviço RBT foram consideradas:

> com *early media*;

> sem *early media*.

O fluxo simplificado de mensagens SIP, apresentado na Figura 4, corresponde à implementação sem *early*

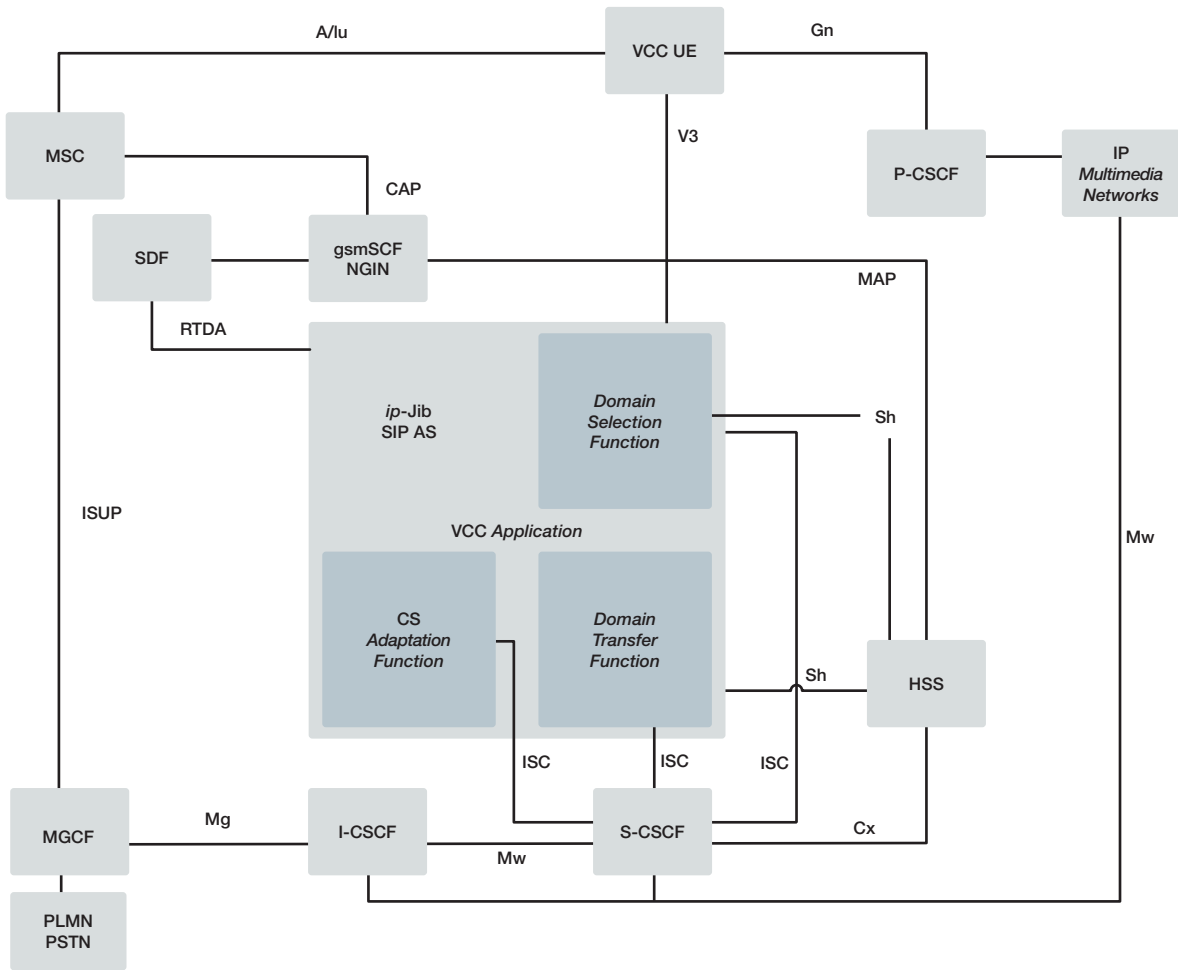



Figura 3 - Arquitectura da solução

*media*. Nesta implementação, o cliente originador e o *ip*-Windless estabelecem uma sessão onde é trocado o fluxo RTP correspondente ao tom personalizado de chamada[1].

Quando o destino atende, a sessão com o cliente origem é alterada para se conectar ao destino e a "perna" que corresponde ao *ip*-Windless é descartada.

A mensagem SIP "*Ringing*" não é encaminhada ao cliente origem.

Na implementação alternativa, com *early media*, a resposta - *Session Description Protocol* [6] - fornecida pelo *ip*-Windless é transmitida a origem na mensagem "*Session Progress*".

O cliente origem recebe o fluxo RTP antes de receber a mensagem (*Ok*) que estabelece a sessão. A mensagem *Ok* do *ip*-Windless não é transmitida para a origem e esta prossegue a negociação da sessão com o destino. Este cenário é ilustrado na Figura 5. Neste cenário o serviço tem suporte a *preconditions* e a *100rel*.

Esta implementação exige um *software* cliente que suporte *early media* e faça a reprodução do fluxo RTP antes do estabelecimento da sessão.

O *software* cliente é responsável ainda por não gerar o tom de chamada correspondente ao *ringing* se houver *early media* presente.

Os diagramas das Figuras 4 e 5 omitem a interacção com o núcleo da rede IMS para facilitar a inteligibilidade dos diagramas.

[1]Os processos e lógicas correspondentes ao sub-sistema de configuração, provisão, aquisição e regras de utilização de tons de chamada personalizados não são apresentados neste artigo. No serviço comercial RBT da PT Inovação, o sub-sistema *Multimedia Content Platform* utiliza o produto e *framework* de gestão de conteúdos DiNO.

## 6. Impacto para a PT

No contexto do grupo PT, operador convergente com várias operações fixas e móveis, a implementação dos serviços de *Voice Call Continuity* e *RingBackTones* IMS ao nível da rede permitirão ao grupo dar mais um passo no caminho do conceito de total convergência, ubiquidade e disponibilidade dos serviços fornecidos aos seus clientes.

Ambas as aplicações IMS apresentadas actuam ao nível do, ainda hoje, principal serviço prestado pelo grupo PT – o serviço de telefonia fixa e móvel.

Com o surgimento de terminais capazes de suportar várias tecnologias de rede em simultâneo (terminais duais ou multi-tecnologia de acesso), e de suportar o serviço de telefonia de voz nas várias tecnologias, a implementação de um serviço de VCC ao nível do grupo torna-se mandatória. Um serviço de VCC utilizando as redes da PT Wi-Fi, e as várias redes móveis dos operadores PT nas suas diferentes localizações geográficas, permitirá aos clientes PT tirarem total partido das facilidades destes terminais e de um serviço realmente convergente, e transparente no que toca à sua utilização.

O VCC poderá ser visto igualmente como uma importante oportunidade para a antecipação da constituição de uma rede IMS intra empresas do grupo PT, abrindo caminho e facilitando o desenvolvimento de um extenso conjunto de novos serviços, que só dessa forma se podem tornar viáveis tanto tecnica, como comercialmente.

Além de constituir um serviço básico IMS, o VCC é também um *Enabler*, pois permite o fornecimento de outros serviços hospedados na rede IMS a clientes das redes tradicionais. Um exemplo é o fornecimento do serviço *RingBackTone* IMS, ou outros serviços suportados em tecnologias

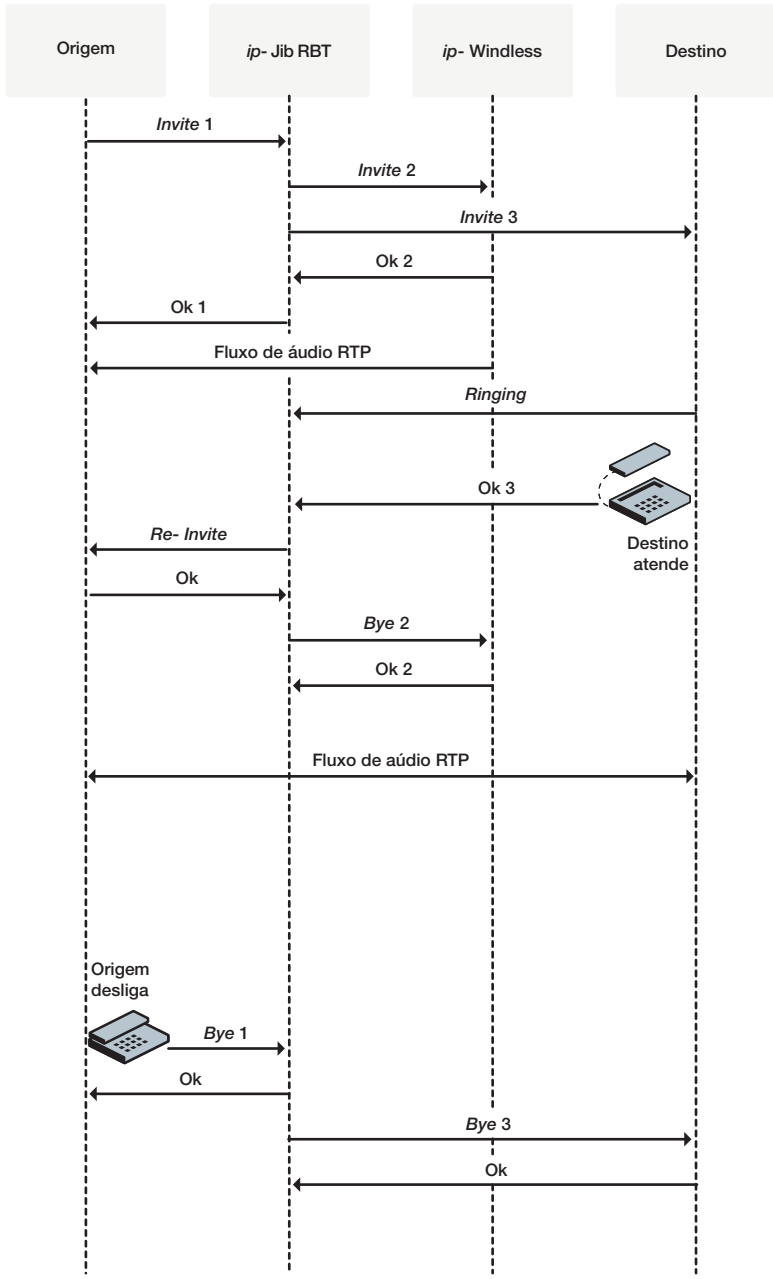



Figura 4 - RBT sem *early media*

de telefonia de voz, a clientes do VCC que originam chamadas em redes de comutação de circuitos, utilizando-se para isso uma única plataforma de disponibilização e de desenvolvimento de serviços.

## 7. Conclusões

Neste artigo foram apresentados dois serviços de controlo de chamadas sobre a arquitectura Sh*ip*net®. Através da apresentação destes serviços pode-se observar o papel dos principais elementos da arquitectura com especial ênfase no servidor de aplicações *ip*-Jib.

Um importante ponto a salientar é a facilidade de desenvolvimento de serviços fornecida pelos *Enablers*,

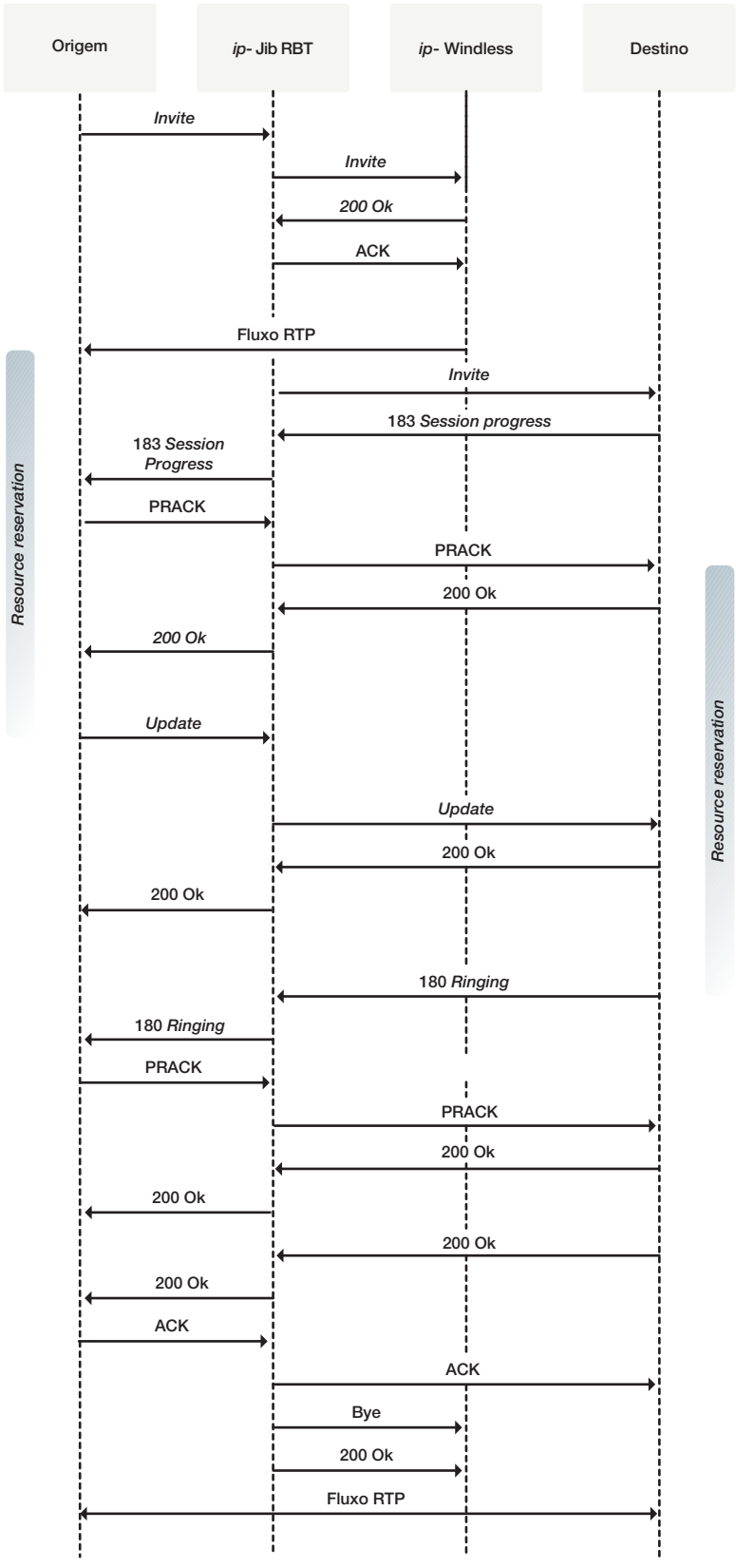



Figura 5 - RBT com *early media*

os quais englobam lógicas comuns a diferentes serviços na interacção com os RA.

É ainda evidenciada a importância deste serviço no contexto da evolução do grupo PT para a constituição de redes convergentes de próxima geração, tendo em consideração o inevitável crescimento da oferta comercial de terminais compatíveis com o serviço VCC.

**Referências**

[1] Jain SLEE Specification http://www.jcp.org/en/jsr/detail?id=22.
[2] 3GPP TS 23.206 http://www.3gpp.org.
[3] 3GPP TS 24.206 http://www.3gpp.org.
[4] RFC 3261. http://www.ietf.org.
[5] IP JIB v0.5. Relatório de concepção.
[6] RFC 2327. http://www.ietf.org.

**João Vitor Torres**, graduou-se em Engenharia Elétrica, ênfase Telecomunicações pela Escola Politécnica da USP (2004) e Mestre em Engenharia Mecânica, ênfase Mecatrônica pela Escola Politécnica da USP (2006). Ganhador do prémio Romão Mateus 2005 e engenheiro da PT Inovação Brasil desde Outubro de 2006, trabalha atualmente na área de serviços de valor agregado dentro do projecto Sh*ip*net®.

**João Paulo Firmeza**, mestrado e licenciatura em Engenharia Electrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro. Actualmente é director da área de serviços móveis e de valor agregado da PT Inovação Brasil, que vem desenvolvendo várias soluções para o mercado da América Latina na área dos serviços móveis e IMS. Coordenador das actividades desenvolvidas no Brasil ligadas ao projecto Sh*ip*net®.

06

Isabel Borges

Eduardo Silva

# A (Não) Importância da QoS na Oferta de Voz sobre a Internet

palavras-chave:
VoIP, Qualidade, Fornecedores de Serviço, MOS (*Mean Opinion Score*), Validação

Actualmente os operadores incumbentes possuem uma concorrência forte proveniente não só dos operadores de acesso fixo, mas também dos operadores de 3G e esta é de tal modo que há uma base significativa de clientes que substituem o seu telefone fixo por um telefone móvel como terminal principal (TMN – casaT; Optimus Zone e Vodafone toq). Para além da concorrência no mercado da voz, há a considerar ainda a tecnologia VoIP, que está a ter um forte impacto ao nível do negócio no grupo. Este serviço está, de facto, a posicionar-se como obrigatório num conjunto de serviços oferecidos ao cliente e em alguns países (por exemplo na Holanda e Alemanha) a estimativa é que em 2015 o serviço telefónico tenha migrado todo para o serviço de VoIP.

Face ao exposto, foi efectuado um estudo e este artigo pretende apresentar os seus resultados, permitindo inferir sobre a necessidade, ou não, de dotar o serviço de VoIP de mecanismos de QoS com oferta imediata do serviço de voz, considerando as redes actuais, nomeadamente os três acessos: ADSL, Cabo e UMTS. [1]

O trabalho abrangeu ainda o levantamento de fornecedores de VoIP (protocolo de sinalização SIP) nacionais e internacionais, o desenho e execução de testes sobre as diversas redes de acesso e a elaboração de recomendações e conclusões sobre os resultados obtidos.

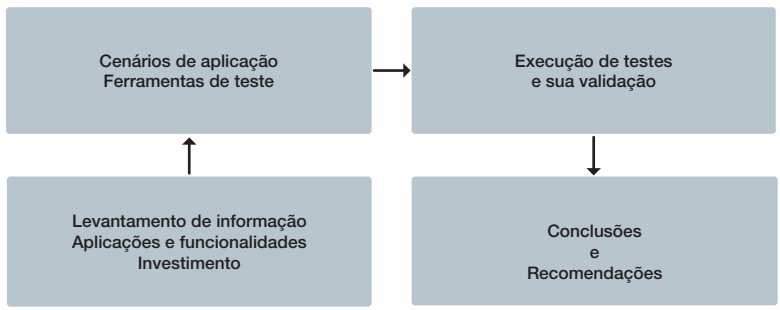



Figura 1 – Metodologia seguida

## 1. Introdução

Desde que o telefone foi inventado no final da década de 1870, permitindo a globalização do serviço de voz, que se tem observado não a alteração drástica da aplicação em si, isto é, do serviço de voz, mas formas de prestar este serviço com maior qualidade ou dotá-lo de funcionalidades adicionais de acordo com os requisitos dos clientes.

Assistiu-se assim à migração da tecnologia analógica para a digital, para a banda larga, com a adição incremental de funcionalidades cada vez mais sofisticadas no serviço de voz, como re-chamada, reenvio, conferência, etc.

A telefonia móvel explodiu e em simultâneo assistiu-se a um desenvolvimento sem precedentes na adopção das redes de pacotes devido à disponibilização da Internet, primeiro, com serviços de dados.

O sucesso foi tão grande que surgiu outro tipo de serviços, como os serviços de tempo real sobre esta rede, usando o IP como o protocolo agregador ao nível da rede e serviços. Entre estes serviços encontra-se a voz sobre IP ou VoIP.

Pela primeira vez em mais de cem anos, este serviço oferece a oportunidade de alterar de forma significativa o modo como as pessoas estavam habituadas a comunicar, através da possibilidade do uso de outros terminais, tirando partido de aspectos como a mobilidade e a presença, e integrados com outras aplicações a custos reduzidos.

O VoIP permite a convergência dos serviços com vantagens quer para clientes residenciais, quer para clientes empresariais, e, sobretudo, permite a existência de um número vasto de fornecedores virtuais deste serviço, localizados em qualquer lugar do globo.

## 2. Abordagem técnica

### 2.1 Enquadramento

A abordagem seguida desenvolveu-se ao longo de três fases distintas, de acordo com a metodologia seleccionada (Figura 1):

> **fase 1:** levantamento de informação relativa a fornecedores de VoIP com oferta de serviço em Portugal, nacionais e internacionais. Este levantamento permite a escolha de um conjunto de fornecedores, tendo como critério as funcionalidades oferecidas e o custo;

> **fase 2:** identificação de um conjunto de cenários com diversas redes de acesso, bem como de ferramentas de medida. Desenho e execução dos testes de VoIP sobre esses cenários;

> **fase 3:** análise dos resultados e elaboração de recomendações tendo como base os resultados obtidos.

### 2.2 Requisitos

Os requisitos principais para a realização deste estudo foram: utilização de fornecedores do serviço de VoIP, a disponibilização das redes de acesso e equipamento necessário (*modems*, placa UMTS, adaptador VoIP e equipamento de medida).

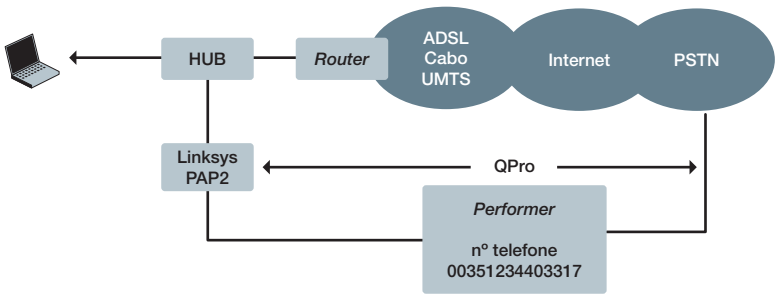



Figura 2 – Cenário para os testes de degradação do serviço de voz

## 2.3 Solução proposta

O cenário de configuração usado na realização dos testes foi o que se encontra representado na Figura 2.

Foram utilizadas três redes de acesso, para a avaliação do serviço de voz na globalidade das situações actuais, isto é, em meio dedicado (ADSL), em meio partilhado (cabo) e no acesso móvel.

Sobre o ADSL pode fazer-se a oferta de voz em três situações distintas: a voz na banda base; a voz sobre ATM (voATM) e a VoIP. É nesta última situação que se vão realizar os testes.

A rede de cabo consiste num meio partilhado entre todos os clientes de uma célula. As especificações e normas relativas à oferta do serviço de voz sobre IP nestas redes estão descritas na normalização *PacketCable*. [2]

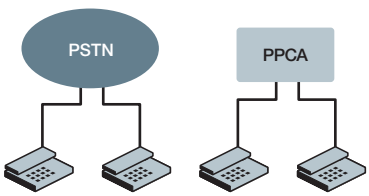



Figura 3 – Cenário para obtenção do MOS de referência

Na Figura 3 é apresentado o cenário para a obtenção do nível de MOS de referência.

## 3. Resultados

Os fornecedores do serviço VoIP possuem bastantes características semelhantes entre si, pelo que a selecção foi efectuada principalmente tendo em consideração a capacidade técnica, dimensão e agressividade comercial. Foram escolhidos dois operadores nacionais (EuroIAX e Netcall) e dois operadores internacionais (SIPDiscount e VoipGATE).

Na Figura 4, encontram-se os valores de referência obtidos para efeitos de comparação.

Nas figuras da página seguinte ilustram-se graficamente os desempenhos dos vários fornecedores de VoIP com o codec G.729 e G.711 para as redes de ADSL e cabo.

| | Média MOS | Max/ Min | Número de chamadas | Taxa de sucesso |
|---|---|---|---|---|
| Ref PSTN | 3,837 | 3,85/ 3,83 | 20 | 100% |
| Ref PPCA | 3,838 | 3,85/ 3,82 | 20 | 95% |

Figura 4 – Resultados de referência

Na Figura 5 estão representados os vários fornecedores que disponibilizam o *codec* G711. De notar que a primeira chamada do SIPDiscount e a décima sexta do voipGATE falharam.

Com este *codec*, que envolve a necessidade de uma maior largura de banda, o Netcall teve um comportamento com maior variabilidade em relação quer ao voipGATE, quer ao SIPDiscount, tendo este último demonstrado um desempenho mais estável.

O fornecedor com o pior desempenho foi o EuroIAX, tendo o Netcall demonstrado uma grande uniformidade nos valores de qualidade da voz.

## 4. Impacto para a PT

É expectável, e já está a acontecer em Portugal, que os operadores de rede fixa tradicional e os operadores de GSM/UMTS comecem a oferecer aos seus clientes pacotes com chamadas de baixo custo e promoções ao nível do serviço de voz, numa tentativa de manterem a sua base de clientes. Isto é tanto mais verdade para os incumbentes que possuem uma concorrência forte proveniente dos operadores de 3G, de tal modo que os clientes substituem o seu telefone fixo por um telefone móvel (TMN – casaT; Optimus Zone e Vodafone toq).

Para além da concorrência no mercado da voz há a considerar ainda a tecnologia VoIP, que está a ter um forte impacto ao nível do negócio no grupo. A transição de muitos clientes para esta tecnologia é evidente e assumem-se como fornecedores de VoIP, ISP, muitos virtuais, que entram neste mercado sem grandes custos/investimentos.

É pois de toda a conveniência que o Grupo PT concerte uma abordagem no sentido da introdução do VoIP nos seus clientes de banda larga e a substituição gradual do serviço de telefonia fixo (*switching-off*) por VoIP nos restantes clientes. Isto permitiria por um lado manter os clientes actuais e por outro assegurar que novos produtos e serviços pudessem ser oferecidos a estes clientes, como por exemplo o IPTV.

Será bastante mais difícil oferecer o serviço de IPTV a um cliente que possua o serviço VoIP de outro fornecedor de acesso e este aspecto será ainda mais acentuado com a separação da rede de cobre da rede de cabo.

Os resultados apresentados neste estudo permitem concluir que não há uma necessidade premente de mecanismos de QoS na Internet para haver uma qualidade aceitável do serviço de voz, até porque uma larga percentagem dos seus clientes não são particularmente exigentes dado estarem habituados à qualidade do GSM. É de todo vantajoso que o grupo PT tome uma posição estratégica com o fim de salvaguardar os seus clientes das ofertas apetecíveis que já existem no mercado português.

Um posicionamento rápido e dinâmico do operador na oferta de soluções e serviços dita a sua capacidade evolutiva e, actualmente, com a concorrência existente no mercado, o cliente pretende sempre mais por um custo menor. Por outro lado, uma resposta muito agressiva por parte do operador (como ofertas grátis do serviço VoIP) poderá ser contraproducente porque uma vez grátis é muito difícil fazer com que o cliente comece a pagar e a voz ainda é o serviço de maior retorno para o operador.

O VoIP pode também potenciar novos serviços baseados no aspecto da presença (acesso nómada), aplicações de banda larga como as baseadas na realidade virtual e facilitar a integração fixo-móvel, o que poderá reduzir o declínio dos proveitos nas comunicações fixas de voz.

O sucesso de um fornecedor de serviços de telecomunicações depende do seu tempo de resposta às necessidades impostas pelo mercado, sendo necessário assegurar a implementação de mecanismos de automatização dos processos OSS/BSS (processos de gestão das operações, suporte ao cliente, facturação, gestão da oferta de serviços, etc).

A introdução do VoIP traz vantagens a este nível uma vez que, utilizando o protocolo IP, permite a migração para a convergência efectiva de redes, dotando-as de maior flexibilidade.

A possibilidade de uma desagregação clara e a independência entre as camadas aplicacionais, de processamento e de infra-estrutura, vai permitir maior rapidez na introdução de novas soluções que facilitarão a automatização dos vários processos devido aos componentes OSS/BSS, possuírem o suporte para as soluções sobre IP.

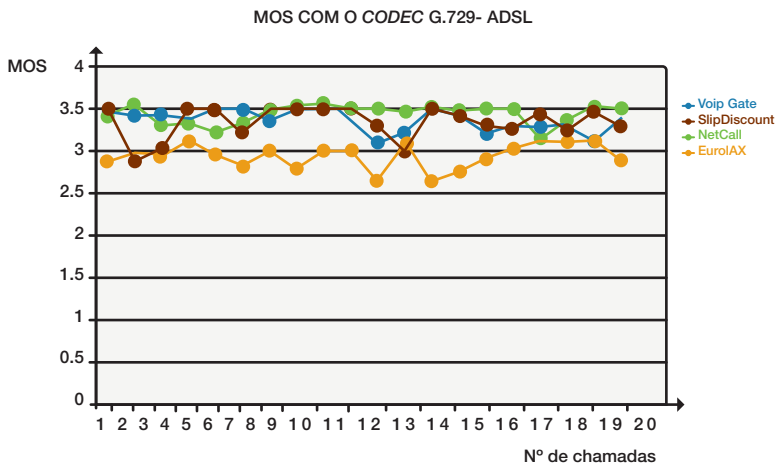



Figura 4 – Qualidade com *codec* G.729 na rede ADSL

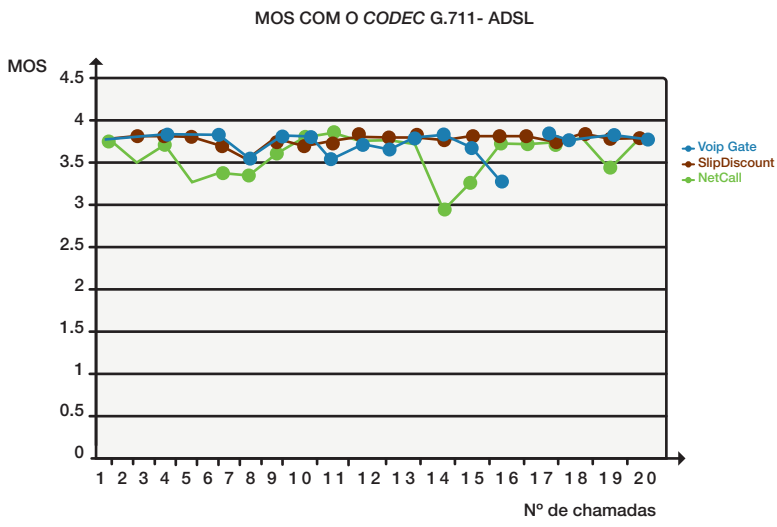



Figura 5 – Qualidade com *codec* G.711 na rede ADSL

Deve aqui ser mencionado os avanços nas soluções do tipo *plug* e *play* que permitem que o cliente substitua o seu terminal telefónico por um de VoIP com relativa facilidade. Existem fornecedores de VoIP que permitem já o auto-aprovisionamento deste serviço, o que elimina as dificuldades de configuração dos equipamentos e aplicações, simplificando também o processo de adesão a este tipo de solução. Os recursos afectos à operação, gestão e manutenção, concentrar-se-ão numa única tecnologia de rede: o IP, aumentando a eficiência e rentabilizando a produtividade. O serviço de voz sobre IP será visto como mais uma aplicação/serviço num conjunto de aplicações IP.

O ganho em termos de base de clientes fidelizada pode ser considerável se a aposta for a oferta posterior de novos serviços e aplicações sofisticados e personalizáveis, quer na vertente do cliente residencial ou empresarial.

## 5. Conclusões

Algumas ligações de banda larga podem possuir uma qualidade menor do que a desejável, sobretudo devido a problemas de congestionamento encontrados nos vários nós da rede. Nesta situação, podem ocorrer perda de pacotes, *jitter* e atrasos consideráveis que colocariam em causa a qualidade ou mesmo uma chamada de voz sobre IP. Temos assistido, no entanto, a uma melhoria significativa da fiabilidade da própria Internet, a *codecs* cada vez menos restritivos relativamente aos requisitos da rede, o que resulta numa melhoria da qualidade da voz sobre a Internet, e que foi completamente verificado com os testes realizados.

O objectivo principal deste estudo consistia na verificação de que 70 a 80% das chamadas de voz sobre a Internet teriam uma qualidade equivalente às chamadas na rede móvel. Na rede móvel, e segundo resultados de aferição de qualidade de serviço (GSM), a qualidade das chamadas varia de 2 a 4, possuindo a maior parte das chamadas uma qualidade superior a 3.

Este é também o valor verificado ao longo dos testes efectuados para a VoIP, e dos resultados obtidos pode observar-se que todos os fornecedores do serviço VoIP seleccionados permitem a realização de chamadas VoIP com uma qualidade de serviço aceitável (chegando a ser superior à qualidade GSM) tendo uma taxa de sucesso perto dos 100%. Este aspecto é manifestamente preocupante para o grupo PT, uma vez que o tráfego do serviço fixo de telefonia será ainda mais canibalizado pelos fornecedores do serviço de VoIP, serviço que aliás já se encontra regulamentado em Portugal pela Anacom.

A estratégia do grupo deve abordar a implementação do serviço de voz sobre IP, sob pena de perda de clientes. Estes mesmos clientes poderão de alguma forma compensar a diminuição de proveitos na voz da rede fixa através da subscrição de novas soluções e serviços.

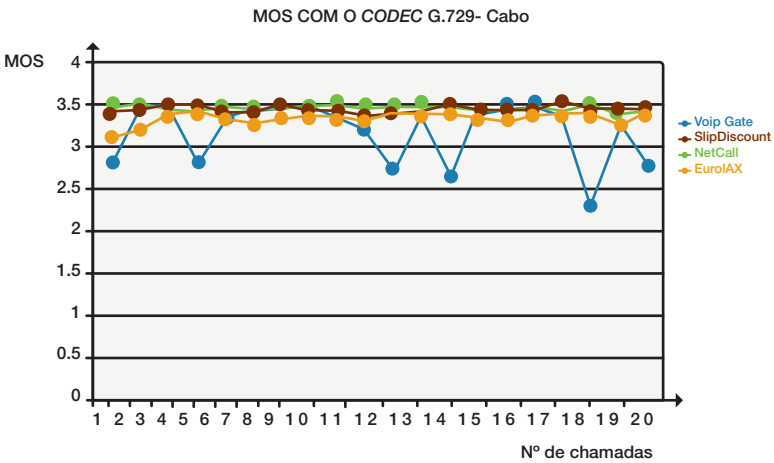



Figura 6 – Qualidade com *codec* G.729 na rede Cabo

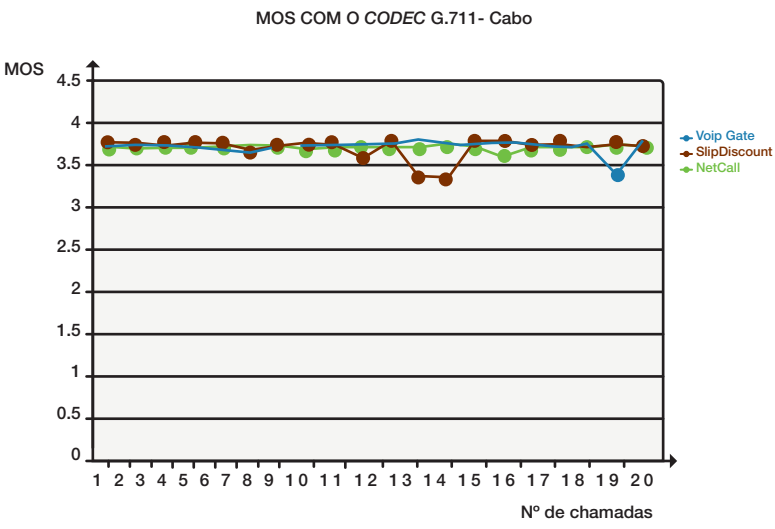



Figura 7 – Qualidade com *codec* G.711 na rede Cabo

Foram testados três tipos diferentes de rede de acesso, uma rede de acesso dedicada (ADSL), uma rede partilhada (cabo) e uma rede de acesso rádio (UMTS).

Os pacotes de VoIP não foram marcados com nenhuma QoS explícita ou implícita, pelo que os resultados obtidos reflectem o desempenho quer dos terminais, quer da rede.

### 5.1 Fornecedores de serviço

A pesquisa de fornecedores de serviço VoIP permitiu concluir que existem já muitos fornecedores deste tipo de serviço, muitos virtuais e alguns com sede em Portugal. Os seleccionados forneceram o serviço requisitado e apresentaram uma facilidade relativa na configuração das contas para utilização, sendo os preços bastante semelhantes entre eles. Um dos aspectos mais negativos prende-se com a dificuldade de configuração no caso dos operadores que não possuem *softphones* próprios.

### 5.2 VoIP sobre redes de acesso ADSL

Os testes realizados sobre esta rede permitem concluir que a qualidade de voz é aceitável/boa, (média do parâmetro MOS superior a três) na quase totalidade das chamadas, à excepção do EuroIAX. Pode concluir-se que os valores de MOS são muito bons, considerando o valor de referência obtido nas medições com a PSTN e PPCA. A taxa de sucesso no estabelecimento de chamadas situa-se perto dos 100%.

### 5.3 VoIP sobre redes de acesso cabo

Os testes realizados sobre esta rede permitem concluir que a qualidade de voz é aceitável/boa, (média do parâmetro MOS superior a três) na quase totalidade das chamadas, principalmente quando o codec utilizado é o G.711. A taxa de sucesso no estabelecimento de chamadas situou-se perto dos 100% (100% para todos os fornecedores com excepção do fornecedor voipGATE cuja taxa de sucesso foi de 97,5%). Tal como com a rede ADSL, os valores obtidos para o MOS devem ser examinados em relação aos valores de referência medidos.

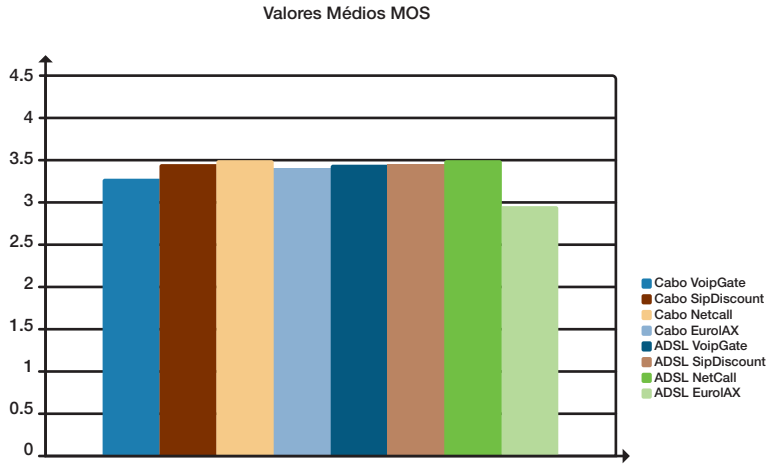



Figura 8 – Valores médios de MOS

### 5.4 VoIP sobre redes de acesso UMTS

A rede UMTS suporta o transporte de VoIP com qualidade aceitável. Deve ser referida a existência de alguns cortes e alguns atrasos nas chamadas efectuadas com qualquer um dos fornecedores de serviço VoIP testados. É previsível que os organismos de normalização desenvolvam especificações para a interface de modo a optimizar o seu desempenho na presença de pacotes de voz sobre IP num futuro não muito distante. Os testes efectuados foram feitos recorrendo a um portátil num ambiente nómada. O VoIP móvel (com velocidade de deslocação elevada) não foi considerado neste estudo, nem foi avaliada a estabilidade da sessão VoIP com mudanças de células (*handover*).

**Referências**

[1] Relatório interno, Estudo da Qualidade do Serviço de telefonia IP sobre a Internet, PT Inovação, Novembro 2006.
[2] http://www.packetcable.com/.

**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. Actualmente integra o Gabinete de Consultoria Tecnológica da PT Inovação. Os seus interesses situam-se nas áreas de Qualidade de Serviço em redes IP e os desafios da evolução da Internet.

**Eduardo Silva**, licenciou-se em Engenharia Electronica e Telecomunicações na Universidade de Aveiro. Foi durante vários anos consultor em Sistemas de Informação e *Networking* Empresariais. Ingressou na PT Inovação em 2005 e está envolvido nas áreas de Consultoria e Integração de Sistemas. Actualmente é colaborador no departamento de Integração de Sistemas e Serviços. Os seus interesses situam-se nas áreas de Segurança Informática, *Networking* e *Information Technology*.

07

Miguel Santos

Paulo Pereira

# *ip*-Raft
# Solução para um Mercado em Expansão

palavras-chave:
Dados, Serviços de Dados, DSCP, sh*ip*net, ip-Raft, GPRS, EDGE, UMTS, CDMA, IMS, NGN

As ofertas de dados nos operadores móveis têm vindo a assumir um papel crescente ao nível das receitas, conduzindo assim a uma maior necessidade de proceder à sua taxação em tempo real, evitando a fraude e garantindo o ARPU aos operadores. A evolução dos serviços de dados tem assumido um maior relevo nos últimos dois anos, uma vez que a maior procura deste tipo de serviços conduziu a uma diversificação considerável do tipo de ofertas de dados disponibilizados pelos operadores. Hoje em dia, a maioria dos operadores já fornece vários tipos de serviços, como por exemplo, o *video-streaming* ou o *download* de jogos.

A diversificação da oferta e a crescente procura por parte dos clientes, levou os operadores a iniciarem a procura de soluções de taxação em tempo real para este novo tipo de tráfego. Simultaneamente, com o aparecimento de ofertas de acessos convergentes, tendo por base redes NGN (*Next Generation Networks*), tornou-se imperativo que as soluções apresentadas aos operadores sejam NGN-*Ready*.

Durante este período de expansão dos serviços de dados e com as premissas citadas, verificou-se uma evolução considerável da solução de taxação e controlo do acesso a serviços de dados disponibilizada pela PT Inovação, aumentando assim a capacidade de resposta a um número cada vez maior de cenários e solicitações. Esta evolução, tendo por base o NGIN *Pack Evolution*, resultou na solução Sh*ip*net® *ip*-Raft que garante a cobertura dos novos desafios das redes NGN e endereça as novas necessidades emergentes do crescimento deste tipo de serviços.

Este artigo aborda a crescente importância dos serviços de dados nos operadores, a forma como a PT Inovação respondeu à necessidade de disponibilizar uma solução robusta e flexível para tratar da taxação (*online* e *offline*) dos eventos gerados por esse tipo de ofertas e antevê a evolução da solução Sh*ip*net® *ip*-Raft para responder a necessidades futuras deste tipo de serviços.

| Tecnologia | Débitos máximos |
|---|---|
| GSM/TDMA | 9,6 Kbps |
| HSCSD | 57,6 Kbps |
| GPRS | 171 Kbps |
| EDGE | 384 Kbps |
| CDMAOne | 64 Kbps |
| 1xRTT | 307 Kbps |
| 1xEv-DO | 2.4 Mbps |
| UMTS/WCDMA | 2 Mbps |
| HSPDA | 14 Mbps |

Tabela 1 – Débitos máximos da transferência de dados nas redes móveis

## 1. Introdução

Foi com o desenvolvimento de tecnologias de transmissão especializadas para a comutação de pacotes sobre redes móveis, que se estabeleceram as bases necessárias para o aparecimento e o posterior crescimento substancial de serviços de dados.

As redes móveis de dados tiveram evoluções distintas consoante se baseavam nas redes GSM (sistema actualmente disponível em quase todo o mundo) que tem por base TDMA ou outros sistemas TDMA / CDMA (disponível nas Américas, Coreia do Sul e Japão).

As primeiras redes móveis de comutação de pacotes apareceram em 2001. Nas redes GSM foi inicialmente desenvolvida a tecnologia GPRS (*General Packet Radio Service*), enquanto que as redes CDMA2000 apresentaram por sua vez a tecnologia 1xRTT.

Estas tecnologias permitiram acessos de dados a débitos bastante superiores aos disponibilizados pelas redes de comutação de circuitos, permitindo assim o lançamento dos primeiros tipos de serviços de dados com aplicações que utilizavam maioritariamente o protocolo WAP.

Estas redes de comutação de pacotes permitiam débitos máximos que podiam chegar aos 171Kbps no GPRS e aos 307Kbps no 1xRTT, que já representavam uma evolução significativa em relação às redes de comutação de circuitos, que disponibilizavam débitos máximos de 9,6Kbps no GSM e nos outros sistemas que usam TDMA na sua arquitectura base, 57,6Kbps com HSCSD (*High Speed Circuit Switched Data*) e entre 14,4Kbps e 64Kbps no CDMAOne.

Em 2004, foi disponibilizada comercialmente a tecnologia EDGE (*Enhanced Data rates for GSM Evolution*) que permitiu ao E-GPRS, nas redes GSM, atingir débitos máximos de 384Kbps.

Em 2005, nas redes CDMA2000 a tecnologia 1xRTT também sofreu alterações e apareceram 1xEv-DO (*Evolution Data Optimized*) e 1xEv-DV *(Evolution Data Video*) que permitem débitos máximos de 2,4Mbps. Em paralelo, têm vindo a ser instaladas pelos operadores, desde 2005, redes UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) que utilizam a tecnologia WCDMA (*Wideband Code-Division Multiple-Access*) e que disponibilizam débitos máximos de 2Mbps para os serviços de dados.

Nos finais de 2006, algumas redes UMTS foram actualizadas para os denominados sistemas 3,5G com HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*) que permite débitos máximos até 14Mbps no *downlink*.

A Tabela 1 apresenta o resumo dos débitos máximos disponibilizados por cada uma das tecnologias descritas anteriormente.

Duas outras tecnologias de acesso, Wi-Fi e WiMAX, destinadas a ofertas de dados, surgiram entretanto e foram integradas no âmbito das redes convergentes NGN.

A tecnologia Wi-Fi permite aos operadores disponibilizarem pontos de acesso com débitos máximos entre 1Mbps e 54Mbps e cobertura até umas centenas de metros. Esta tecnologia é tipicamente usada para o acesso local à rede do operador, criando-se assim uma WLAN (*Wireless Local Area Network*), cuja comunicação com o destino é feita através da infra-estrutura do operador (móvel ou fixo).

A tecnologia WiMAX permite uma maior mobilidade aos clientes quando comparada com a tecnologia Wi-Fi, já que a sua cobertura estende-se a alguns quilómetros. No entanto, esse aumento na mobilidade tem como contrapartida a redução nos débitos máximos alcançados. Tipicamente em ambientes urbanos, uma rede WiMAX tem cobertura de 2 Km com débitos máximos de 10Mbps.

Na Figura 1 é representada a relação entre a velocidade de acesso e a cobertura das redes de dados móveis.

O aumento dos débitos máximos disponibilizados pelos operadores de redes móveis conduziu a uma crescente procura por parte dos utilizadores e também a uma diversificação dos tipos de serviços de dados oferecidos.

Associada à evolução tecnológica, verificada ao nível das redes de acesso, registou-se também um grande desenvolvimento dos terminais móveis a diversos níveis, por exemplo, interface rádio, autonomia, *software* e aplicações.

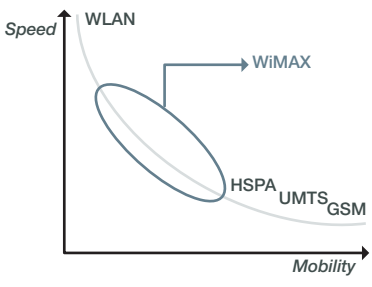



Figura 1 – Comparação entre diversas tecnologias de acesso a serviços de dados

Com os débitos máximos disponibilizados nas mais recentes tecnologias E-GPRS, 1xEv-DO e UMTS/WCDMA, e sustentados pelos novos terminais, foi possível aumentar o número de diferentes tipos de serviços fornecidos, como por exemplo, videotelefonia, *streaming* de vídeo para televisão em directo e outros tipos de aplicações multimédia, para além dos populares conteúdos de jogos, imagens, toques, alertas, noticias, etc.

No final de 2001, a PT Inovação instalou na TeleSP Celular a sua primeira solução dedicada à taxação de serviços de dados. Esta solução, pioneira e inovadora, não funcionava em tempo real, uma vez que só interagia com a base de dados onde estavam os modelos de negócio dos serviços de voz para obter os saldos dos clientes e proceder ao débito correspondente ao acesso realizado, após receber da rede os registos de duração da sessão. Esta primeira solução tratava apenas clientes pós-pagos.

No início de 2003, a solução evoluiu de modo a taxar também alguns acessos em tempo real, enquanto já tratava também clientes pré-pagos.

No primeiro ano a solução controlava cerca de 100.000 clientes, da TeleSP Celular, e rapidamente chegou a controlar perto de 10.000.000, então já como clientes VIVO, em meados de 2005.

Com o crescimento do número de utilizadores e o constante aparecimento de novos serviços aliados à pretensão dos operadores em terem soluções para controlar acessos em tempo real, levou a que a solução evoluísse como um todo, quer ao nível da interligação com os elementos das redes móveis, quer ao nível dos modelos de dados e de negócio para o controlo dos acessos dos utilizadores. Assim, ainda em 2005, surgiu a solução NGIN*Pack Evolution*, que é actualmente disponibilizada pela PT Inovação para o controlo do acesso a serviços de dados em vários tipos de redes móveis. Esta solução, faz a taxação de clientes em tempo real e encontra-se em exploração nos cinco principais clientes da PT Inovação na área das redes inteligentes (VIVO, TMN, MEDITELECOM, UNITEL e MASCOM).

A evolução desta solução para o paradigma Sh*ip*net® *ip*-Raft (passando também a contemplar as redes NGN) e as suas possíveis evoluções, será apresentada nas secções seguintes.

## 2. Abordagem técnica

A solução inicialmente desenvolvida, NGIN*Pack Evolution*, baseou-se na definição da função de tarifação em tempo real (*OCF - Online Charging Function*) criada pelo 3GPP (*3rd Generation Partnership Project* – órgão internacional responsável pela normalização das redes de terceira geração) na sua *release* 4. Este conceito pode ser dividido em três funções distintas:

> **tarifação baseada em sessões:** onde são controladas as sessões individuais de clientes de dados, desde a sua criação, passando por eventuais reautorizações intermédias (que podem permitir a continuação do acesso ou impor o seu término) e finalizando com o fecho da sessão;

> **tarifação baseada no acesso ao meio:** onde é efectuado, na conta do utilizador, o débito do valor reportado pela rede móvel do operador durante e no final do acesso;

> **tarifação baseada em eventos:** onde é debitado ao cliente um determinado valor pelo acesso a um conteúdo, normalmente fornecido por uma plataforma, que pode ser

externa, de SVA (Serviços de Valor Acrescentado).

O controlo da tarifação, baseado em sessões e no acesso ao meio, é realizado através da interface CAMEL fase 3 ou alternativamente através da interface DSC (*Data Service Controler*).

A interface DSC permite a identificação e diferenciação dos acessos a determinados conteúdos específicos, através da análise dos cabeçalhos dos pacotes de dados (até ao nível aplicacional da pilha TCP/IP), permitindo assim controlar subsessões dentro da sessão principal. Já a interface CAMEL3 permite a diferenciação dos acessos apenas até ao nível da APN (*Access Point Name*).

O controlo da tarifação baseada em eventos pode ser realizada através das interfaces OSA *Charging* ou DIAMETER *Charging*.

A escalabilidade foi um dos requisitos no desenvolvimento da solução, já que o conceito definido pelo 3GPP apresenta um paradigma de negócio, para os serviços de dados, que é substancialmente diferente do tipicamente utilizado para os serviços de voz.

A duração da sessão de dados pode demorar apenas alguns segundos, para um determinado tipo de serviços, e chegar a algumas horas para outros tipos de serviços. Em contrapartida, para uma chamada de voz, a duração média, varia, tipicamente, entre um e dois minutos. Assim, a solução de controlo de serviços de dados, para os serviços com acessos mais demorados, tem de ser capaz de manter simultaneamente a informação sobre a actividade de um número de utilizadores muito maior, durante um período temporal considerável. Isto representa também, níveis de exigência diferentes, dos sistemas para controlo de voz, ao nível da ocupação de memória, utilização de CPU e desempenho dos módulos.

Por fim, de modo a permitir uma mais fácil convergência entre serviços e uma redução significativa na integração desses nas soluções em exploração nos operadores, a instalação da solução deverá permitir uma separação (através da colcação em nós físicos diferentes) entre os elementos que servem as interfaces externas (interfaces com as plataformas de conteúdos e com a rede de comutação e pacotes) e os elementos que executam as correspondentes lógicas de controlo de negócio (sistema de *billing*).

### 2.1 Enquadramento da evolução para o *ip*-Raft

Como foi descrito na introdução, o aumento da estabilidade e dos débitos máximos obtidos nas redes de dados móveis, conseguido através da introdução de redes dedicadas à comutação de pacotes, aliado ao significativo desenvolvimento verificado ao nível dos terminais móveis tornou o cenário das redes móveis muito favorável ao crescimento do mercado dos serviços de dados.

Ao aumento da oferta dos serviços e melhores débitos, corresponde um aumento da procura por parte dos utilizadores e por sua vez, este corresponde a um aumento das ofertas dos operadores, quer seja através da disponibilização de novos serviços, quer seja através do lançamento de campanhas com ofertas sobre os serviços já existentes. A intensificação desta dinâmica leva a que o papel dos serviços de dados nas receitas dos operadores seja cada vez mais importante.

Actualmente, os operadores encaram os serviços de dados, não só como representando uma parte significativa das receitas geradas pelos seus clientes, mas também como forma de se distinguirem dos operadores rivais e assim captar novos clientes.

Com este crescimento dos serviços de dados, os operadores procuram soluções para taxação dos acessos dos seus clientes em tempo real, assim como para novas formas de acesso aos seus serviços. Para além disso, acresce a necessidade de apresentar aos clientes, modelos de negócio mais próximos dos utilizados pelos fornecedores de serviços de dados tradicionais (rede fixa sobre cobre ou cabo).

A tarifação dos clientes em tempo real permite o lançamento de novas ofertas e novos serviços garantindo que os acessos a estes são legítimos. Este factor permite controlar o número de clientes com saldo negativo e a fraude no acesso aos serviços de dados, uma vez que o seu controlo em tempo real garante que apenas os que tenham saldo disponível tenham autorização para aceder ao serviço.

A partir do momento em que o saldo do cliente se esgotar, é possível provocar o corte da ligação, ou redireccioná-la, convidando o cliente a recarregar para prosseguir com a ligação.

A solução a disponibilizar, por um lado deve ser capaz de se adaptar rapidamente às novas redes de acesso e, por outro lado, ser capaz de interagir com sistemas de *billing offline,* menos capazes e versáteis, permitindo assim uma rápida integração e evolução desses serviços, independentemente do tipo de cliente associado.

O avanço da normalização de redes 3G para o conceito *Long Term Evolution* e a abordagem conjunta das NGN em redor dos conceitos *all-IP*, legitima a evolução para uma solução agregada de controlo de tarifação.

Em resposta às solicitações referidas anteriormente, surge a solução *ip*-Raft (Figura 2), como proposta da PT Inovação, para o controlo *on-*

*line* e *offline* de serviços de dados NGN integrados no *framework* Sh*ip*net®.

## 2.2 Requisitos

A solução *ip*-Raft aparece para dar resposta a um conjunto de requisitos apresentados de seguida:

> suporte de interfaces externas, necessárias à implementação dos três tipos de tarifação em tempo real definidas pelo 3GPP (contemplando as evoluções da *release* 4 para a *release* 6), e incluindo as interfaces com os DSC colocados na rede do operador, com os elementos da rede de dados e com as plataformas de SVA;

> divisão do controlo dos vários clientes por diferentes plataformas de tarifação;

> integração com as soluções de serviços de voz existentes;

> obtenção da localização da plataforma onde o cliente se encontra aprovisionado, i.e., a plataforma onde estão armazenados os dados do cliente;

> escalabilidade, permitindo uma resposta rápida ao aumento do tráfego e do número de novos clientes;

> rápida inclusão de novos tipos de serviços de dados, disponibilizados a partir de uma das interfaces suportadas;

> suporte de novos tipos de acessos e garantia de interacção (com um esforço reduzido) de novas redes com os sistemas de tarifação, em consequência ao aparecimento das redes NGN e IMS;

> implementação de mecanismos de alta disponibilidade e tolerância a falhas, de forma a minimizar o impacto na disponibilidade no serviço aquando da ocorrência de uma falha num dos seus componentes e permitir intervenções para alteração de configuração.

O bom desempenho da solução está intimamente relacionado com a satisfação de todos estes requisitos.

## 2.3 *ip*-Raft: a solução para os novos desafios

De forma a responder aos requisitos descritos na secção anterior, em primeiro lugar, foi necessário desenvolver um conjunto de módulos para actuarem nas interfaces DSC com elementos de inspecção de pacotes para controlo de sessões e nas interfaces de rede para controlo de acessos ao meio. Na solução *ip*-Raft, o GilCF (Gi *Interface Control Function*) e o RH (RADIUS *Handler*) suportam a interface com DSC, enquanto que o SCF (*Service Control Function*) suporta a interface CAP3_GPRS.

Tornou-se ainda necessário desenvolver um outro conjunto de módulos para o suporte das interfaces OSA *Charging* e DIAMATER *Charging*, de forma a poder interagir com as plataformas de SVA de distribuição de conteúdos.

Através da implementação da interface, normalizada, CCI (*Credit Control Interface*) sobre DIAMETER, é também possível o controlo de acessos a diversas tecnologias, nomeadamente WLAN, PoC, LBS, MMS, FBC.

Com este conjunto de módulos, a solução mostra-se capaz de controlar o acesso a um número considerável de tipos de serviços de dados, sendo assim capaz de comunicar com os elementos que se encontram a montante, no controlo das sessões de dados.

Para que a solução fosse capaz de decidir quais as acções a tomar quando recebe um evento, como por exemplo, enviar um pedido a um motor de tarifação externo ou enviar um pedido de criação de uma sessão que pode implicar a validação do saldo do cliente, foi desenvolvido o módulo DSCF (*Data Service Control Function*), que recebe os pedidos dos módulos interface e, após a identificação das mensagens, efectua o processamento do pedido de acordo com o que foi configurado. É possível executar um conjunto de acções que configuram lógicas sequenciais distintas para as diferentes interfaces.

O processamento de uma mensagem no DSCF inclui, normalmente, a interacção deste com mais do que um módulo, sendo que a interacção com a rede é feita através dos módulos referidos acima, enquanto que para a comunicação

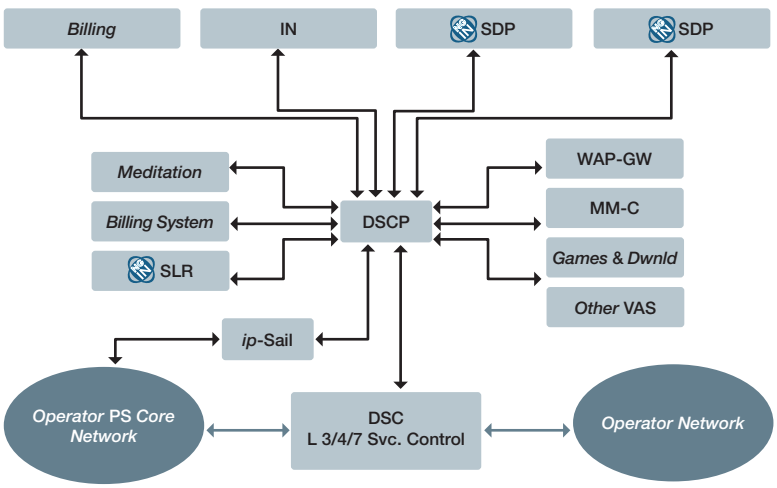



Figura 2 – Solução Sh*ip*net® *ip*-Raft

com as bases de dados ou sistemas de *billing* (onde se encontram os modelos de negócio e a informação relativa à conta dos clientes), o DSCF comunica com o SDF (*Service Data Function*). Assim, o DSCF é o módulo nuclear da solução, já que é o responsável pela decisão e posterior encaminhamento dos pedidos no interior do *ip*-Raft. Este é o único elemento que comunica com todos os outros elementos periféricos da solução que realizam funções de interface.

A capacidade de determinar a localização da conta do cliente, permite ao DSCF endereçar o SDF correcto para o tratamento do pedido. Desta forma, basta apenas um DSCF, para tratar todos os pedidos e distribuí-los pelos SDF que servem nas diferentes plataformas.

Um outro conjunto de módulos é responsável pela interacção com os sistemas de mediação do operador.

Estes módulos desempenham duas funções: tratamento de ficheiros de CDR (*Charging Data Record*) e processamento de LTR (*Lost Ticket Recovery*).

O modelo normalizado pelo 3GPP para a tarifação *a posteriori* baseada em CDR (*OFCS - Offline Charging System*) é também suportado pela solução. Este modelo utiliza uma interface DIAMETER, para a comunicação entre a rede e a solução que, de seguida, deve gerar o CDR em ficheiro de texto com a informação recebida, transportando-o posteriormente para o sistema que tratará esse CDR.

Na Figura 3 estão ilustradas as relações entre os diferentes componentes da solução *ip*-Raft.

Esta solução apresenta três níveis de escalabilidade:

> **escalabilidade orgânica:** deverá ser usada sempre que as necessidades possam ser alcançadas utilizando o *hardware* disponível. Nesta situação, para fazer frente ao aumento do número de transacções, é possível adicionar novos pares de entidades à solução, aumentando assim a sua capacidade;

> **escalabilidade horizontal:** deverá ser usada sempre que a capacidade do *hardware* (memória, disco, etc) disponível atingiu o seu limite, mas ainda é possível aumentar a capacidade do *hardware* na mesma máquina. Assim que a capacidade de uma máquina tenha sido aumentada e, enquanto não atingir o limite do novo *hardware*, dever-se-á utilizar a escalabilidade orgânica;

> **escalabilidade vertical:** deverá ser usada sempre que a capacidade do *hardware* tenha atingido o limite e que não seja possível aumentar a capacidade sem a adição de nova máquina.

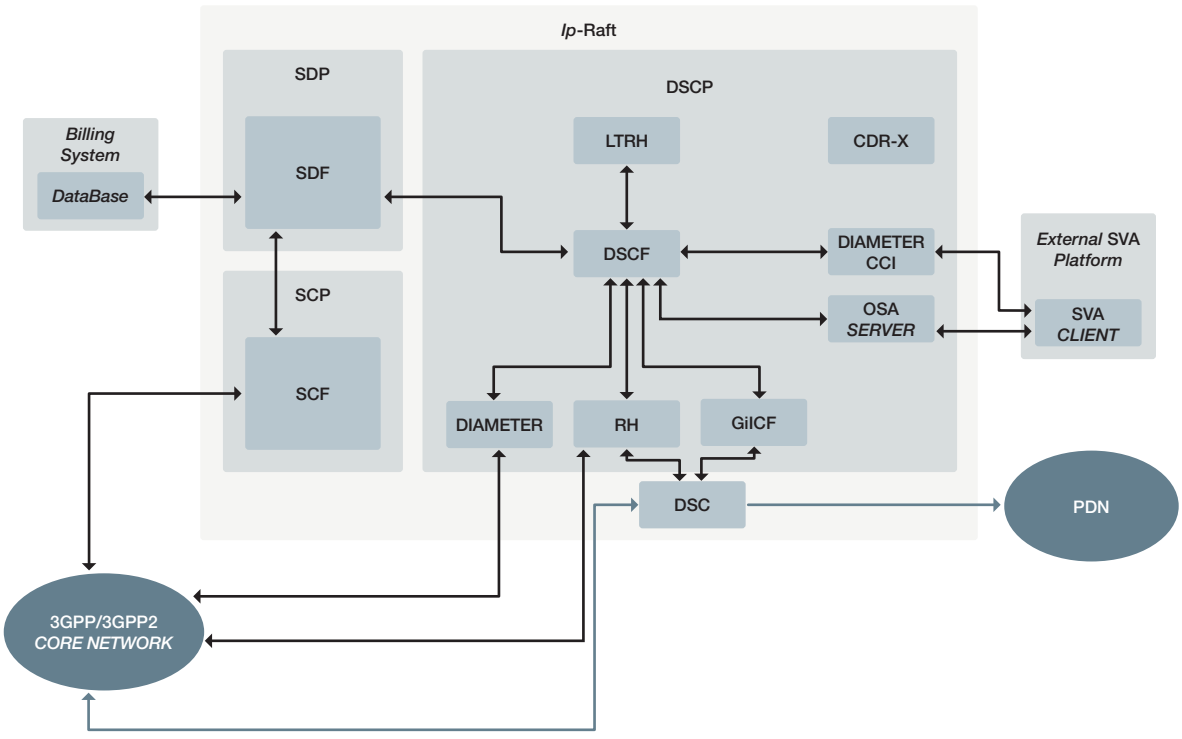



Figura 3 – O interior do *ip*-Raft

O aumento do número de clientes a controlar tem um impacto muito limitado na solução, e é facilmente alcançado, bastando para tal, adicionar uma nova plataforma à solução e os correspondentes SDF. O desenvolvimento dos módulos de interface com os serviços de dados, teve em conta a possibilidade de suportar novos serviços e, como tal, o suporte desses novos serviços é obtido por simples reconfiguração desses módulos.

Por fim, a solução desenvolvida apresenta mecanismos de alta disponibilidade e de tolerância a falhas sendo que alguns módulos actuam numa configuração *Active – Hot-Standby* (ambos os membros do par têm um total conhecimento das sessões) enquanto que os restantes têm uma configuração *Active – ColdStanby* (o membro *Standby* não tem conhecimento das sessões do membro *Active*).

O suporte destes mecanismos permite que a solução reaja às falhas de uma forma rápida e com um mínimo de interferência na prestação do serviço, pois quando o membro *Active* pára, devido a uma qualquer falha, o membro que estava em *Standby* assume o processamento dos pedidos seguintes. Estes mecanismos permitem ainda a realização de intervenções na solução para, por exemplo, alteração de configurações, minimizando o impacto no serviço.

## 3. Resultados

Com a solução NGIN*Pack Evolution*, e a sua posterior evolução para o ip-Raft, foi possível responder aos pedidos dos operadores para controlar em tempo real o acesso dos seus clientes aos serviços de dados.

A solução ip-Raft é capaz de responder a todos os requisitos a que se propôs inicialmente e tem vindo a ser instalada em diferentes operadores clientes da PT Inovação. O ip-Raft encontra-se actualmente instalado em cinco operadores móveis onde tem obtido bastante sucesso. O número total de clientes suportados nas plataformas desses operadores ultrapassa os 50.000.000 enquanto que o número de acessos tem vindo a crescer desde a primeira instalação em 2005.

Hoje em dia, a solução chega a tratar, no conjunto dos operadores, uma média de 50 novos acessos por segundo (a que corresponde uma média de 250 eventos por segundo) nos períodos de pico, encontrando-se a tratar um máximo de 300.000 sessões simultâneas nos mesmos períodos.

Uma parte muito significativa destes acessos (90%) verifica-se nas soluções instaladas há mais tempo, nomeadamente VIVO e TMN. As soluções da MEDITEL e UNITEL são ainda muito recentes, foram instaladas durante 2007, e estão a controlar um reduzido número de clientes e de tipos de serviços.

A solução encontra-se também em exploração em dois ISP (*Internet Service Provider*), PT Wi–Fi e Telepac, para controlo dos acessos de dados dos seus clientes em tempo real.

Nestas duas soluções, o número de clientes ultrapassa os 500.000 e chega a 1000 o número de sessões simultâneas.

## 4. Impacto para a PT

O desenvolvimento da solução Sh*ip*net® *ip*-Raft permitiu à PT Inovação concorrer com sucesso no mercado emergente dos serviços de dados.

A versatilidade desta solução permite a sua instalação em operadores que já possuem soluções da PT Inovação para a taxação de serviços de voz, assim como em operadores que não disponham ainda de soluções da PT Inovação, podendo ser vendida isoladamente ou em conjunto com o sistema de taxação para voz.

Em conjugação com a solução Sh*ip*net *ip*-Sail, que suporta interfaces SIP e que já teve a sua primeira instalação com fins comerciais na MEDITEL, o *ip*-Raft permite à PT Inovação atacar o mercado das redes de próxima geração com uma solução versátil, tecnologicamente avançada e com provas dadas no mercado.

## 5. Conclusões

Perante o previsível crescimento da dimensão e importância do mercado dos serviços de dados nas redes móveis, identificado em 2005, a PT Inovação foi capaz de desenvolver com sucesso uma solução para taxação em tempo real de acesso aos ditos serviços.

Em função do crescimento entretanto verificado, e que se tem vindo a intensificar nos últimos tempos, os operadores móveis clientes da PT Inovação têm vindo a aderir à solução *ip*-Raft, adquirindo-a para o controlo dos seus clientes. O *ip*-Raft já se encontra também presente em alguns operadores fixos.

O *ip*-Raft tem agora pela frente novos desafios, dos quais se destacam o suporte das redes NGN, a evolução das interfaces que já possui e o suporte de novas interfaces para comunicar com outros tipos de sistemas de taxação não proprietários da PT Inovação, garantindo assim o futuro desta solução num mercado que ainda demonstra muito potencial de crescimento e no qual a PT Inovação pretende adquirir uma posição vantajosa.

**Referências**

[1] Ip-Raft Online/Offline Charging System – Data Sheet.
[2] Pahlavan, Kevin and Krishnamurthy, Prashant, Principles of Wireless Networks, 2002, Prentice Hall.
[3] 3GPP TS 32.240 Telecommunication management; Charging management; Charging architecture and principles.
[4] 3GPP TS 32.251 Telecommunication management; Charging management; Packet Switched (PS) domain charging.
[5] 3GPP TS 32.260 Telecommunication management; Charging management; IP Multimedia Subsystem (IMS) charging.
[6] 3GPP TS 23.078 Customised Applications for Mobile network Enhanced Logic (CAMEL) Phase 3 - Stage 2.
[7] http://www.wi-fi.org/.
[8] http://www.wimaxforum.org/.

**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 – NGIN. É actualmente o Chefe de Equipa de desenvolvimento do DSCP (*Data Service Switching Point*), ponto da plataforma que trata da interface com as redes telecomunicações para o controlo de serviços de dados.
É o representante da PT Inovação no 3GPP TSG SA WG2 – *Architecture*.

**Paulo Pereira**, licenciou-se em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho, especialização em Comunicações. Foi Engenheiro de Investigação no Instituto de Telecomunicações na área de programação distribuida para gestão de redes ATM de 1997 a 1999. Em 1999 integra a equipa de desenvolvimento da plataforma de rede inteligente - NGIN desenvolvendo actividades na área protocolar e dos módulos de interface com a rede de telecomunicações. De 2001 a 2003 desempenha funções de Chefe de Equipa de desenvolvimento protocolar e de Gestor de Projectos de investigação. Representante da PT Inovação no 3GPP TSG *Core Network* – CAMEL. É actualmente Responsável pela Unidade de Redes e Protocolos da solução NGIN, liderando a equipa responsável pelos desenvolvimentos da área protocolar SS7 e IP, módulos de interface com as redes de telecomunicações e desenvolvimentos de evolução da solução NGIN rumo ao IMS.

01

Jorge Carapinha

Hugo Manaia
(IT)

Nuno Carapeto
(IT)


# Controlo da Qualidade de Serviço em Redes IP – a Óptica das Aplicações


palavras-chave:
EuQoS, QoE, QoS


Em relação a alguns tipos de aplicações, a impossibilidade de garantir um nível elevado de qualidade de serviço por parte dos fornecedores de serviços IP tem constituído uma limitação à sua implementação sobre infra-estruturas de rede pública numa escala alargada – a telemedicina é um exemplo óbvio, mas a questão pode aplicar-se a qualquer aplicação que seja caracterizada por reduzida tolerância à degradação da qualidade de serviço. O projecto EuQoS pesquisou, desenvolveu, integrou e demonstrou uma abordagem inovadora para garantir qualidade de serviço extremo-a-extremo, na qual a participação das aplicações no processo de controlo da qualidade de serviço é uma das componentes chave. No âmbito deste projecto, a PT Inovação adaptou e integrou duas aplicações – Medigraf (telemedicina) e Formare (*e-learning*), dotando-as da capacidade de interagir com a rede, mais especificamente com o sistema EuQoS e, dessa forma, controlar dinamicamente a qualidade de serviço.

O presente artigo faz uma descrição sucinta do sistema EuQoS, enquadrando-o nas arquitecturas de próxima geração, e procura focar-se principalmente na perspectiva das aplicações.

## 1. Introdução

O papel dos operadores de telecomunicações tem evoluído no sentido do reforço da componente dos serviços, em detrimento do papel tradicional de fornecedores de transporte. Esta mudança resulta de factores de diversa ordem (tecnológicos, regulamentares, de mercado) e requer uma nova abordagem relativamente à gestão de recursos da rede e ao controlo da qualidade de serviço. Por outro lado, a convergência de serviços nas redes de próxima geração implica o cumprimento de uma vasta gama de requisitos de desempenho. A chave para conseguir estes objectivos passa pelo controlo dinâmico dos recursos da rede com base na definição de políticas.

Os utilizadores interagem com a rede através de aplicações, pelo que, em última análise, a sua percepção da qualidade de serviço resulta da experiência de utilização proporcionada por cada uma dessas aplicações. Por outro lado, essa percepção dependerá de factores como as expectativas do utilizador e a própria natureza da aplicação. Por exemplo, as exigências de uma aplicação de telemedicina, num cenário de diagnóstico médico com base em imagem, são obviamente diferentes das de uma vulgar aplicação de videoconferência, ainda que do ponto de vista do tráfego gerado, elas possam ser semelhantes. Faz por isso sentido dotar as aplicações da capacidade de interagir com a rede e participar no processo de controlo da qualidade de serviço.

O projecto EuQoS – *End-to-end Quality Support over Heterogeneous Networks* (www.euqos.eu) – tem como principal objectivo a implementação do sistema EuQoS, uma abordagem inovadora ao controlo dinâmico de QoS extremo–a–extremo sobre múltiplos domínios de rede, em ambientes heterogéneos.

O projecto, iniciado em Setembro de 2004, e com conclusão prevista para Dezembro de 2007, incluiu o ciclo completo de pesquisa, desenvolvimento, integração, teste, validação e demonstração.

Uma das características inovadoras da solução proposta pelo EuQoS, e um dos aspectos que ela se diferencia claramente de outras arquitecturas de "próxima geração", é a integração e a participação activa das aplicações no processo de controlo de qualidade de serviço. É sobretudo neste aspecto que o presente artigo se pretende focar.

## 2. QoS nas redes de próxima geração

No cenário actual de convergência de serviços sobre redes IP, o controlo dinâmico de recursos de rede constitui um requisito crucial, tendo em conta as características muito diferentes dos vários serviços e aplicações suportados sobre a mesma infra-estrutura de rede – por exemplo, telefonia, vídeo, Internet.

Contrariando a ideia, defendida com alguma frequência, de que o sobredimensionamento da rede, possibilitado pelo aumento contínuo de capacidade das tecnologias de transporte, acabaria por resolver só por si o problema da escassez de recursos da rede (e, por consequên-

cia, da qualidade de serviço), a realidade é que cada incremento de capacidade da rede tem sido acompanhado por um correspondente aumento da procura de recursos por parte de aplicações e serviços cada vez mais exigentes e sofisticados, não se prevendo uma alteração significativa desta tendência num futuro próximo. Por outro lado, do ponto de vista dos operadores detentores de infra-estrutura, o sobredimensionamento da rede como estratégia para oferecer qualidade de serviço (daqui resultando aquilo que geralmente se designa por *big dumb network*), tende a produzir um efeito perverso ao criar as condições para o aparecimento de serviços fornecidos por terceiros (Skype, Google, YouTube), suportados pela sua infra-estrutura de rede e beneficiando da sua capacidade de transporte, mas de cuja cadeia de valor eles (operadores) ficam excluídos.

A procura de uma solução para o controlo da qualidade de serviço em redes de pacotes é um objectivo que tem sido perseguido desde há muito tempo. Um dos principais desafios a ultrapassar é a difícil conciliação de três objectivos: garantia efectiva de qualidade de serviço, gestão eficiente dos recursos da rede, escalabilidade.

As arquitecturas de rede de "próxima geração" dão preponderância à questão do controlo de recursos e preconizam um plano de sinalização com reserva de recursos e controlo de admissão por sessão, de forma a maximizar a qualidade de serviço experimentada pelo utilizador. A arquitectura IMS (IP *Multimedia Subsystem*) é geralmente reconhecida como a referência de base para a implementação de serviços multimédia em ambientes de rede de próxima geração *all-IP*, através da definição de um conjunto de unidades funcionais e interfaces normalizadas. Na arquitectura IMS, a reserva de recursos e o controlo de admissão são baseados na informação transportada nos protocolos SIP e SDP, ou seja, nas características dos *codecs* associados a cada sessão [5].

## 3. A óptica das aplicações

Os utilizadores interagem com a rede através de aplicações, pelo que a sua percepção da qualidade de serviço resulta, em última análise, da experiência de utilização proporcionada por essa aplicação. Nesta perspectiva, a avaliação da qualidade de serviço depende de factores subjectivos que podem variar em função do utilizador, da natureza da aplicação, do equipamento terminal ou do próprio meio ambiente. Um parâmetro como a "Qualidade de Experiência" (QoE), orientado para o grau de satisfação das expectativas do utilizador, permite introduzir um factor de subjectividade na avaliação da qualidade de serviço de uma dada aplicação. Este tipo de parâmetros, que tem sido utilizado sobretudo em relação a serviços como IPTV, para os quais existem padrões exigentes de qualidade bem conhecidos e estabelecidos, traduz a necessidade de ter em conta as especificidades de cada aplicação na avaliação da qualidade de serviço na perspectiva dos utilizadores.

Uma métrica importante, quando se analisa a relação entre aplicações e qualidade de serviço, é a função utilidade, como medida do valor ou benefício proporcionado pela qualidade de serviço, ou, numa perspectiva de negócio, do grau de satisfação do utilizador e da sua disponibilidade para pagar o serviço [6]. Obviamente, esta função dependerá em grande medida do tipo de aplicação. Para um serviço de voz numa rede móvel, um certo grau de degradação numa chamada de voz é normalmente considerado aceitável, desde que a inteligibilidade da conversação não seja posta em causa – ou seja, até um certo ponto, a "utilidade" de uma chamada de voz é relativamente imune a variações da qualidade de serviço. Uma aplicação como telemedicina está no extremo oposto.

Num cenário de diagnóstico médico, a utilidade da aplicação depende do cumprimento estrito de um conjunto de parâmetros de qualidade de serviço, sendo praticamente nula abaixo de um determinado patamar, por inviabilizar o seu principal objectivo. Por outro lado, a mesma aplicação pode requerer diferentes níveis de garantia do desempenho da rede, em função do contexto específico em que é utilizada – por exemplo, um cenário de tele-diagnóstico, em que a componente vídeo é crucial, pode requerer um nível máximo de exigência, enquanto um cenário aplicacional diferente (por exemplo, comunicação entre participantes) pode admitir algum grau de degradação, sem que a utilidade da aplicação seja posta em causa.

Na óptica das aplicações, a qualidade de serviço depende, assim, de um conjunto de factores externos ao desempenho da rede, os quais estão relacionados essencialmente com a natureza da aplicação e com as expectativas dos utilizadores. Neste contexto, faz sentido integrar as aplicações no processo de negociação dos recursos de rede.

## 4. Controlo de QoS pelas aplicações – a solução EuQoS

O projecto EuQoS concebeu uma abordagem inovadora para fornecer qualidade de serviço "extremo-a-extremo" a uma gama alargada de aplicações avançadas – telefonia IP, videoconferência, *streaming* de vídeo, *e-learning*, tele-engenharia, telemedicina.

Uma das características diferenciadoras da solução EuQoS em relação a outras abordagens é a ênfase nas aplicações, integrando-as nos processos de controlo da qualidade de serviço e dos recursos da rede. O objectivo da arquitectura EuQoS não é encontrar uma solução

para fornecer QoS extremo–a–extremo a todas as aplicações, mas apenas às aplicações que efectivamente dela necessitam e unicamente quando necessário, ou seja, em resposta a um pedido explícito desencadeado pela aplicação.

A Figura 1 apresenta um diagrama geral do sistema EuQoS com os seus diversos módulos funcionais.

O sistema EuQoS baseia-se em protocolos *standard*, com as extensões necessárias ao transporte de informação de QoS:

> EQ-SIP (extensão do protocolo SIP) para sinalizar pedidos de QoS extremo-a-extremo entre terminais;

> EQ-NSIS (extensão do protocolo NSIS) para sinalizar pedidos de reserva de recursos em cenários multi-domínio;

> EQ-COPS (extensão do protocolo COPS) para aplicar políticas de QoS em elementos de rede;

> EQ-BGP (extensão do protocolo BGP) para disseminar informação de QoS entre domínios de rede [1].

Uma descrição detalhada do sistema EuQoS está fora do âmbito deste artigo, importando aqui sobretudo realçar as funções do terminal cliente (no lado esquerdo da figura), nomeadamente o *Quality Control Module* (QCM), módulo genérico que suporta as funções de controlo que permitem a interacção com o sistema EuQoS, e o APP, módulo específico integrado na aplicação, que funciona como mediador entre esta e o QCM. Cabe ao QCM traduzir o pedido da aplicação numa estrutura de dados adequada, incluindo os valores pretendidos para parâmetros como atraso, *jitter*, taxa de perdas de pacotes ou largura de banda, e encaminhá-la para a rede através do servidor EuQoS respectivo.

As duas abordagens possíveis para a integração de aplicações no sistema EuQoS (aqui designadas por *legacy*, no sentido em que não fo-

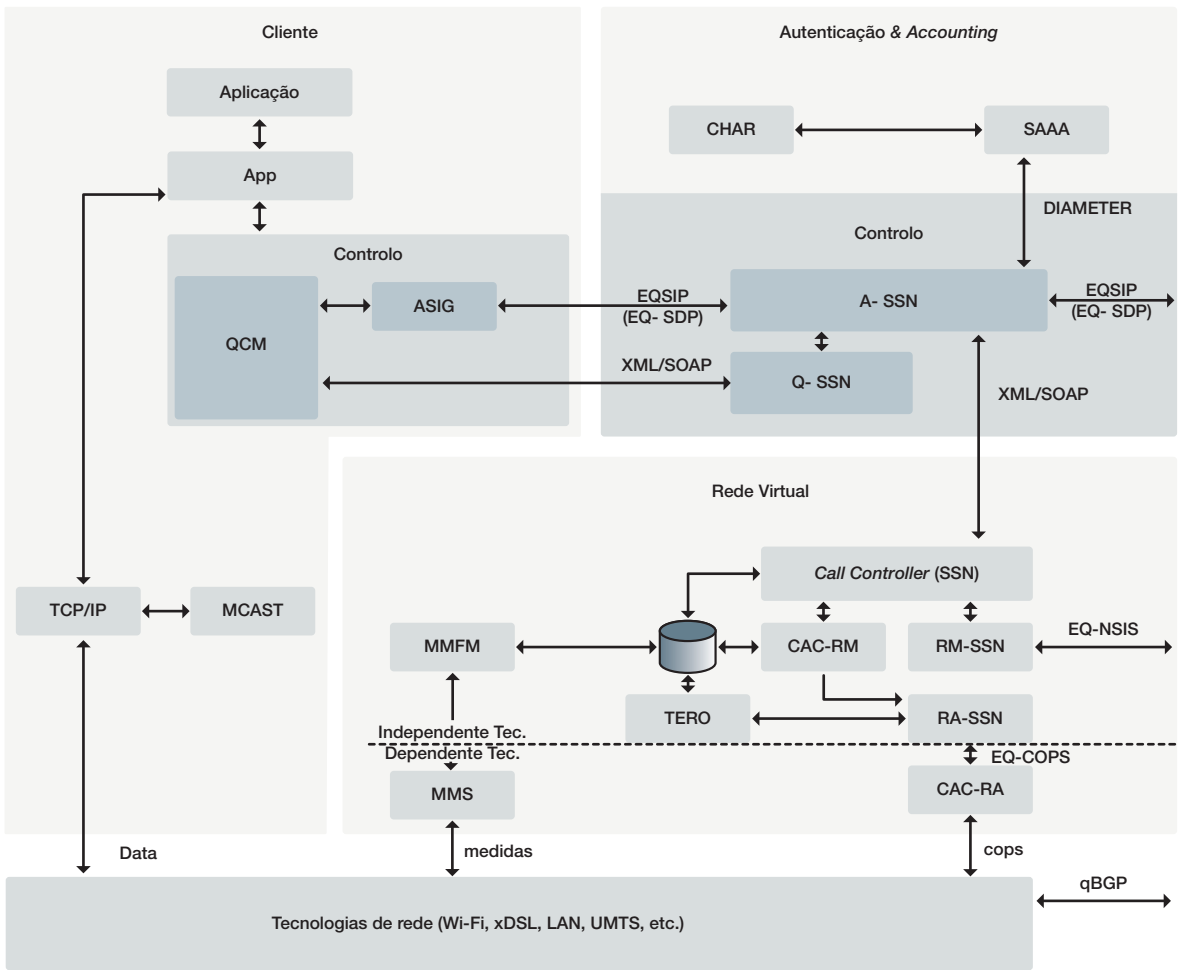



Figura 1 – Sistema EuQoS

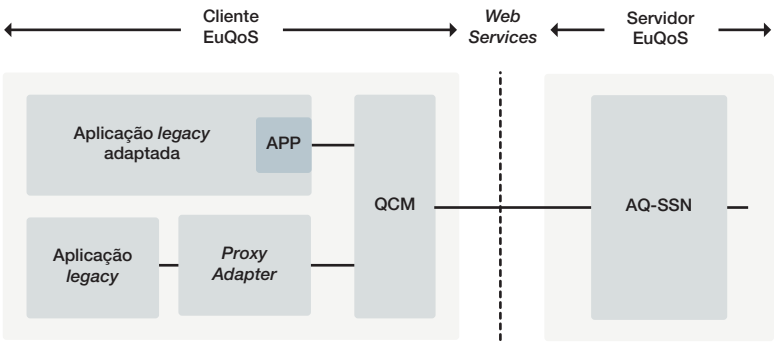



Figura 2 – Cenários para integração das aplicações no sistema EuQoS: adaptação, *proxy adapter*

ram originalmente concebidas para funcionar com ele) estão representadas na Figura 2 [2]:

> **Adaptação da aplicação:** a integração do módulo APP na aplicação permite usar os serviços do módulo QCM e dessa forma interagir com o sistema EuQoS;

> **Implementação de *proxy adapter*:** cabe a este módulo externo funcionar como intermediário entre o terminal e a aplicação e o sistema EuQoS.

No primeiro caso, é possível dotar a aplicação da capacidade de controlo das características de qualidade de serviço, tendo o utilizador a capacidade de seleccionar directamente o nível de qualidade de serviço que mais se adequa ao cenário em que a aplicação é executada. Uma abordagem deste tipo é interessante para aplicações altamente sensíveis à qualidade de serviço, como é o caso das aplicações de telemedicina, ou nos casos em que haja vantagem num controlo de qualidade de serviço com um elevado grau de granularidade. A estratégia alternativa, baseada na utilização de um *proxy adapter* externo, simplifica a integração da aplicação, mas implica alguma perda de flexibilidade na interacção do utilizador com o processo de controlo de qualidade de serviço. As duas abordagens foram utilizadas na integração do Medigraf e Formare, respectivamente, como se descreve na secção seguinte.

## 5. Integração das aplicações Medigraf e Formare

Medigraf [7] e Formare [8] são duas aplicações desenvolvidas pela PT Inovação, nas áreas da telemedicina e do e-*learning*, respectivamente. No âmbito da participação da PT Inovação no EuQoS, as duas aplicações foram adaptadas e dotadas da capacidade de interagir com o sistema EuQoS, permitindo dessa forma validar e demonstrar os desenvolvimentos do projecto. Para cada uma das aplicações, procurou-se seguir uma estratégia de adaptação adequada às suas características e aos seus requisitos.

O Medigraf permite a colaboração de profissionais de saúde na obtenção do diagnóstico médico, através da associação das componentes de trabalho cooperativo, videotelefonia e partilha de informação clínica. Tendo em conta a sua muito reduzida margem de tolerância à degradação, esta aplicação constitui um excelente caso de estudo para avaliar as vantagens da arquitectura desenvolvida pelo EuQoS. A aplicação baseia-se em sinalização H.323 e foi desenvolvida sobre uma API proprietária (VCON).

A estratégia seguida para a integração do Medigraf é ilustrada na Figura 3. Ao Medigraf original (*Legacy* Medigraf, na figura) foi acrescentado o conjunto de funções fornecidas pelo módulo APP, responsável pelo interfuncionamento com o sistema EuQoS através do módulo QCM [3]. A interface gráfica da aplicação foi adaptada de forma a possibilitar a selecção das características da qualidade de serviço pelo utilizador. Sendo o Medigraf baseado originalmente no protocolo H.323, uma questão a resolver era a forma de ultrapassar a

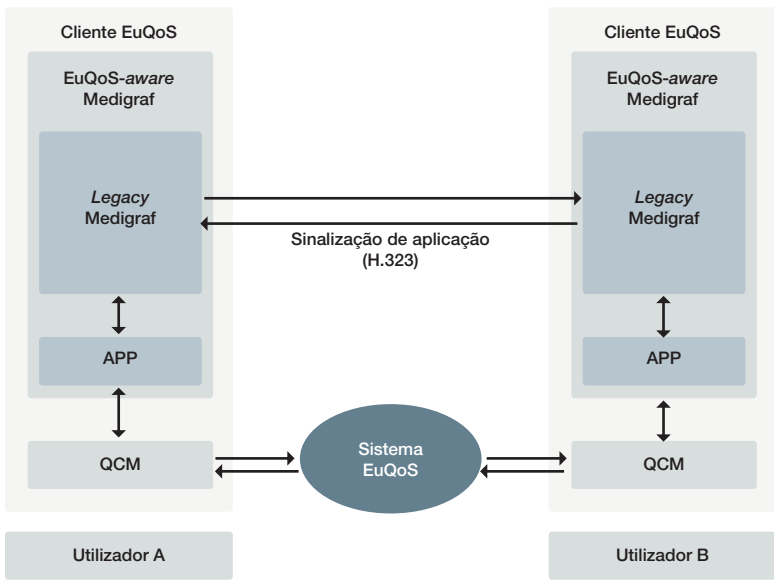



Figura 3 – Estratégia de integração do Medigraf

coexistência de dois planos de sinalização distintos – H.323 e EuQoS. Embora diversas aproximações pudessem ter sido seguidas, optou-se por manter o plano H.323 inalterado, de forma a minimizar o esforço de adaptação, cabendo ao módulo APP assegurar a consistência e a sincronização dos dois planos (nomeadamente, características de QoS, portos TCP/UDP).

Formare é uma aplicação baseada no modelo cliente-servidor, incluindo componentes de videoconferência, *chat*, *whiteboard* e ferramentas para apresentação à distância. O cliente Formare requer apenas um *Web browser Flash-enabled* e conectividade IP ao servidor Formare remoto.

Para a integração do Formare no sistema EuQoS foi seguida uma estratégia diferente da do Medigraf, tendo-se optado pela implementação de um *proxy adapter* externo [4]. Este módulo é notificado dos pedidos de estabelecimento ou fecho de sessão Formare pelo respectivo servidor Formare via *Web Methods*, disponibilizados através dum *Web Service*, e desencadeia o processo de sinalização EuQoS para estabelecer ou terminar a sessão EuQoS correspondente.

A Figura 4 mostra um exemplo de estabelecimento de sessão Formare para um cenário envolvendo dois domínios administrativos de rede, AS1 e AS2, a que corresponde a seguinte sequência de eventos:

1. o cliente Formare pede uma nova sessão ao servidor Formare, através da sinalização específica da aplicação;

2. o servidor Formare desencadeia o processo de sinalização EuQoS ao enviar o pedido respectivo ao *proxy adapter*;

3. o *proxy adapter* envia o pedido de estabelecimento de sessão EuQoS ao servidor EuQoS;

4. o pedido de sessão é propagado pelos diversos domínios da rede e negociado pelos servidores EuQoS respectivos;

5. a sessão EuQoS é estabelecida, os recursos da rede são reservados.

O projecto EuQoS inclui uma componente experimental suportada por uma infra-estrutura de rede integrando doze *testbeds* em seis países, interligadas pela infra-estrutura Géant, a qual permite testar e validar a arquitectura EuQoS e as soluções técnicas desenvolvidas, incluindo a integração das aplicações. Na fase final do projecto, até Dezembro de 2007, decorre um *trial* envolvendo os hospitais Divino Espírito Santo de Ponta Delgada e Pediátrico de Coimbra, permitindo a colaboração entre profissionais de saúde nos dois estabelecimentos hospitalares, utilizando o Medigraf "versão EuQoS" e as *testbeds* EuQoS da PT Inovação e da Universidade de Coimbra, como representado na Figura 5. Com este cenário de demonstração pretende-se fazer a validação final da arquitectura e do sistema EuQoS.

## 6. Conclusões

O controlo dinâmico da qualidade de serviço é geralmente reconhe-

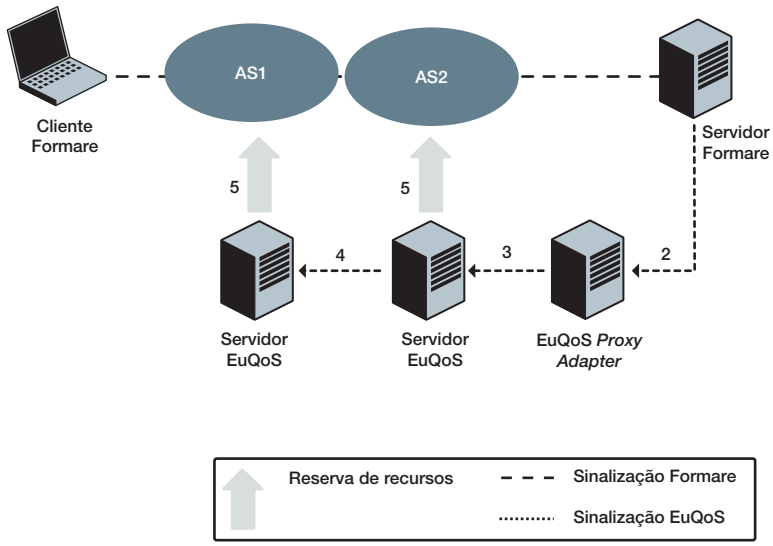



Figura 4 – Estratégia de integração do Formare

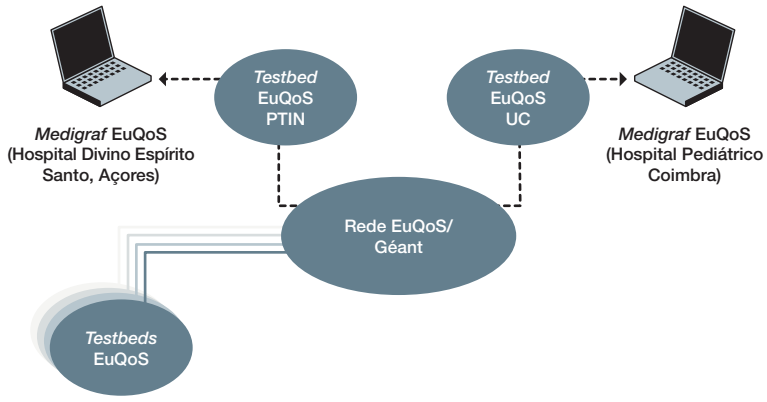



Figura 5 – *Trial* EuQoS com Medigraf

cido como um aspecto crítico para o sucesso da convergência de serviços sobre redes IP nas chamadas "redes de próxima geração". A arquitectura EuQoS insere-se neste contexto, propondo uma solução para o controlo da qualidade de serviço extremo-a-extremo em redes heterogéneas, na qual as aplicações desempenham um papel preponderante. A possibilidade de dotar as aplicações da capacidade de intervir no processo de controlo da qualidade de serviço constitui uma mais-valia importante relativamente a outras arquitecturas.

Uma abordagem deste tipo é particularmente relevante para aplicações com elevada intolerância à degradação da qualidade de serviço. Para alguns tipos de aplicações como telemedicina, a arquitectura EuQoS poderá representar uma forma de abrir caminho à sua implementação em infra–estruturas de rede pública, numa escala significativamente mais alargada comparativamente ao que é hoje possível com as actuais soluções de controlo de qualidade de serviço.

As aplicações Medigraf e Formare foram adaptadas para funcionar num ambiente EuQoS e permitiram demonstrar o conceito desenvolvido no âmbito deste projecto. O *trial* final, suportado pela versão EuQoS da aplicação Medigraf, envolvendo profissionais de saúde em duas unidades hospitalares, permitirá demonstrar e validar a arquitectura EuQoS e, em particular, a solução para o controlo dinâmico de qualidade de serviço extremo–a–extremo com base nas aplicações.

**Referências**

[1] EuQoS Consortium, Deliverable 1.1.2, "System Design: Functions, Interfaces Specification", 2005.
[2] EuQoS Consortium, Deliverable 4.1.1, "Integrated EuQoS system Software architecture for application use cases", 2005.
[3] EuQoS Consortium, Deliverable 4.1.3, "Test and Evaluation of Application Use Cases", 2006.
[4] EuQoS Consortium, Deliverable 4.2.1, "Integrated EuQoS system Software architecture for application use cases and API for application driving", 2007.
[5] M. Poikselkä, G. Mayer, H. Khartabil, A. Niemi, "The IMS IP Multimedia Concepts and Services in the Mobile Domain", John Wiley & Sons, Ltd, 2004.
[6] Luiz A. DaSilva, "Pricing for QoS-enabled networks: a survey", IEEE Communications Surveys, 2000.
[7] http://www.medigraf.pt.
[8] http://www.formare.pt.

**Jorge Carapinha**, licenciou-se 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.

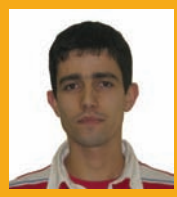
**Hugo Manaia**, licenciou-se em Engenharia de Computadores e Telemática pela Universidade de Aveiro, participa desde 2005 no projecto europeu EuQoS pela PT Inovação, onde assume a responsabilidade de adaptação de aplicações ao sistema EuQoS. Anteriormente realizou um estágio na Philips Research, Holanda, onde participou num projecto na área das arquitecturas multiprocessador para aplicações com restrições temporais.

**Nuno Filipe Carapeto**, licenciou-se em Engenharia Informática e Sistemas, desde 2005 pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Encontra-se actualmente a desenvolver o seu Doutoramento na Universidade de Coimbra e tem como principais áreas de interesse: Redes IP, Qualidade de Serviço, Interoperabilidade e *Handover*, Tecnologias xDSL e WiMAX. Participa com a PT Inovação e o Instituto de Telecomunicações desde 2005 em projectos europeus na área de QoS como o projecto EUQoS.

02

Ricardo Azevedo

Francisco Fontes


Jorge Loura
(IT)

André Oliveira
(IT)


# Desenvolvimento de um Policy Server aplicado a um Cenário de Convergência de Redes


palavras-chave:
NGN, 3GPP, TISPAN, CAC, *Policy Server*, IP


Proporcionar uma qualidade de serviço melhor, ou no mínimo igual à proporcionada pelas redes actuais, é um factor essencial para o sucesso das redes NGN, uma vez que qualidade insuficiente nos serviços implica uma redução no valor da própria rede. A facilidade e rapidez de disponibilização de serviços novos e atractivos é também uma das características importantes das NGN. Neste tipo de cenários, a existência de um elemento de controlo de QoS fim-a-fim e multiserviço apresenta-se como uma peça essencial, como mostram os recentes desenvolvimentos dos diferentes organismos de normalização – ETSI TISPAN e 3GPP, mais vocacionados para a rede fixa e para a rede móvel, respectivamente.

Ambos os organismos apresentam uma arquitectura distinta para o controlo de QoS, embora existam esforços no sentido de uniformizar a arquitectura de controlo.

A presente publicação pretende descrever as arquitecturas de controlo de QoS de cada organismo e apresentar a implementação de um *Policy Server* genérico, que responde como uma única entidade para os diferentes tipos de redes (fixo e móvel).

## 1. Introdução

Considerando os diferentes organismos de normalização, as áreas de pesquisa e investigação e o mercado, com a crescente oferta de produtos dos maiores *players*, as Redes de Próxima Geração (RPG ou NGN [1] na terminologia anglo-saxónica) apresentam-se como uma evolução das existentes infra–estruturas de controlo e serviços das redes tradicionais. Essas redes apresentam uma organização por camadas, estabelecendo uma clara separação entre transporte, controlo e aplicações/serviços.

A arquitectura, em camadas, apresenta claras vantagens, permitindo o desenvolvimento de novos serviços, independentemente da tecnologia de acesso, do tipo de terminal utilizado ou da localização do utilizador.

No âmbito das RPG, o ETSI [2] e o 3GPP [3] encontram-se a definir, de forma autónoma, uma arquitectura para a rede fixa e móvel, respectivamente.

Embora os grupos trabalhem de forma autónoma, tem-se assistido a um esforço, em crescente, no que respeita à convergência na arquitectura – reutilização de interfaces e componentes.

Um dos componentes com funções semelhantes nas duas arquitecturas é a entidade de controlo de admissão e gestão de QoS (*Quality of Service*) na rede – RACS (*Resource Admission Control Sub-System*) para o caso do ETSI/TISPAN e PCRF (*Policy Charging Rule Function*), no caso do 3GPP.

As referidas entidades partilham um conjunto de operações e interfaces semelhantes, afigurando-se como um óptimo ponto de convergência.

Por outro lado, a referência a uma entidade de gestão e controlo de QoS em redes IP está largamente disseminada, como mostra a literatura sobre o assunto, em que as seguintes referências são apenas exemplos, [4][5][6]. A esta entidade é comum chamar-se de *Policy Server* (PS)[1], uma vez que se trata de uma entidade capaz de gerir a rede, com base em políticas, mais ou menos dinâmicas.

O funcionamento básico da entidade resume-se, de um ponto de vista simplificado, à autorização, ou não, da utilização de um determinado recurso por parte de um utilizador que anteriormente o requereu.

No entanto, a utilização de políticas para gerir e controlar a rede, poderá levar em conta um complexo e elevado conjunto de factores, como por exemplo, informação de contexto, perfil de utilizador e estado actual da rede, etc. [7].

Assim, a complexidade de um PS poderá ser diferente, dependendo do cenário de aplicação, da rede e

[1] É normal denominar-se também de *Policy Decision* Point (PDP), sendo que *Policy Server* é um termo mais comercial. Neste artigo usamo-los como sinónimos.

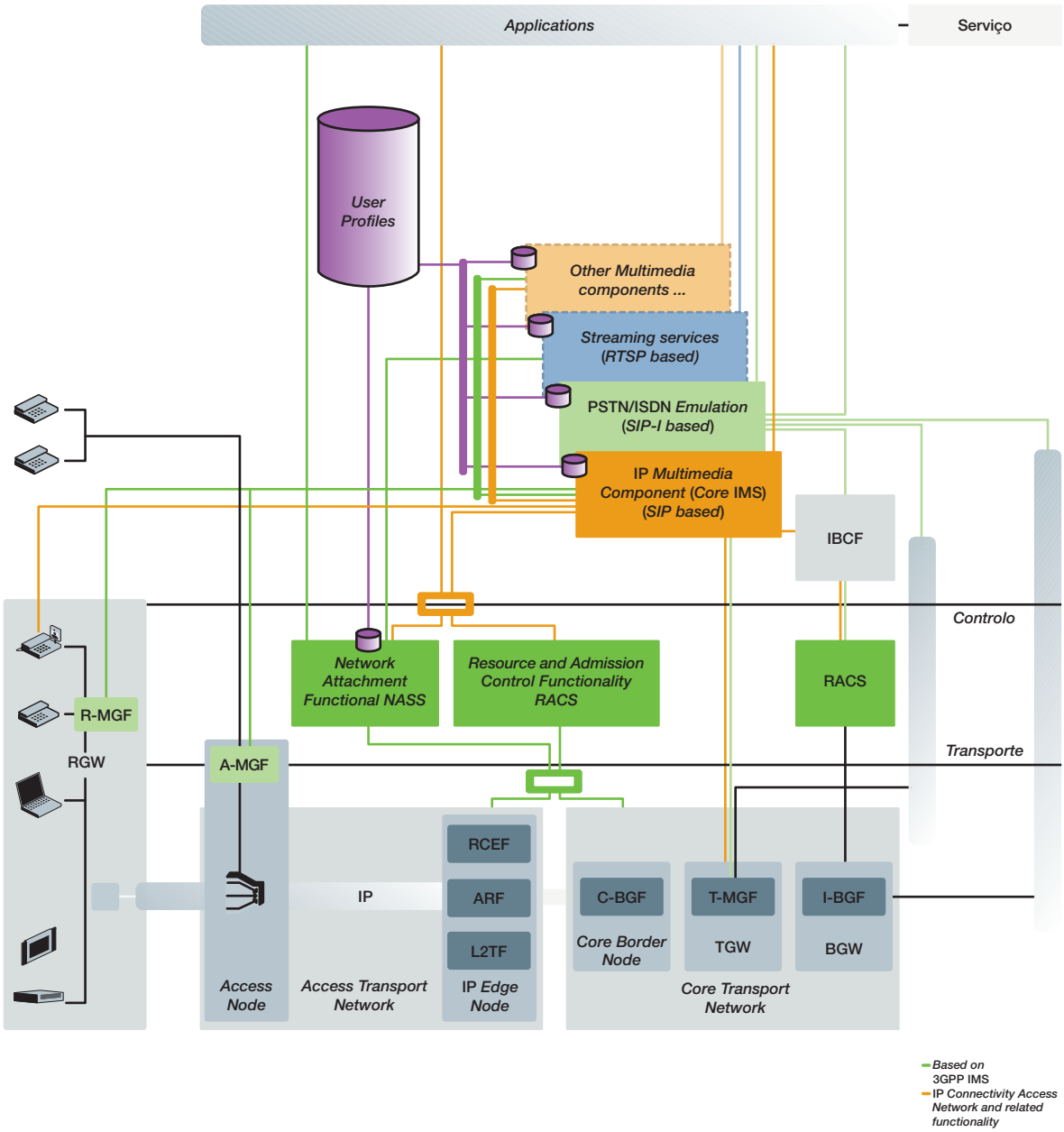



Figura 1- Arquitectura TISPAN [8]

de toda a envolvente do serviço prestado pelo operador [1].

O presente artigo encontra-se organizado da seguinte forma:

> a primeira parte oferece uma explicação, resumida e simplificada, de ambas as arquitecturas, no que respeita à entidade de controlo e gestão de QoS – interfaces e funcionalidades;

> a segunda parte contém a definição e desenvolvimento de uma entidade (abstracta) de gestão e controlo de QoS para o cenário de uma rede convergente, que se materializa, na última parte do artigo, num produto da PT Inovação denominado *ip*-Rudder, parte da família de produtos Sh*ip*net®;

> finaliza com uma secção de conclusões, e a apresentação de uma possível continuação do trabalho.

## 2. Breve descrição das propostas dos organismos de normalização

A introdução deste artigo apresenta dois grupos de normalização em que a presença de uma entidade de gestão e controlo de QoS, denominada

por *Policy Server* se encontra presente.

Esta secção oferece uma descrição da arquitectura, com ênfase no elemento de controlo e gestão de QoS.

## 2.1 ETSI TISPAN

O TISPAN (*Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networks*) teve origem no ano de 2003, com a fusão de dois antigos grupos TIPHON e SPAN, com o objectivo de definir uma visão, essencialmente europeia, para uma Rede de Próxima Geração. Embora de âmbito alargado, o TISPAN tem concentrado os seus esforços na evolução da rede fixa, definindo camadas de componentes, funções e responsabilidades, de forma a que a alteração de uma determinada camada não influencie as camadas adjacentes.

A Figura 1 apresenta as diferentes camadas da arquitectura TISPAN:

> transporte;

> controlo;

> serviços;

> algumas entidades funcionais.

O componente responsável pelo controlo e gestão de QoS encontra-se na camada de controlo e denomina-se por RACS (*Resource Admission Control Sub-System*) [8]. O RACS apresenta uma única interface para a camada de Serviço (Gq'), abstraindo-a assim dos detalhes de topologia ou tecnologia inerentes ao transporte e ao terminal. Este componente apresenta todas as características de um *Policy Server*.

A entidade funcional RACS é dividida em duas funções (Figura 2) – SPDF (*Service Policy Decision Function*) e A-RACF (*Access-Resource Admission Control Function*) – responsáveis por diferentes acções.

O SPDF verifica se os pedidos respeitam um conjunto de regras (políticas) definidas pelo operador para o serviço em questão. Se a sessão for aceite, o SPDF verifica a necessidade de contactar o A-RACF e/ou o BGF para que seja executada a verificação do pedido no nível de transporte. É ainda o SPDF o responsável por efectuar os procedimentos necessários aquando da existência de NAT no BGF.

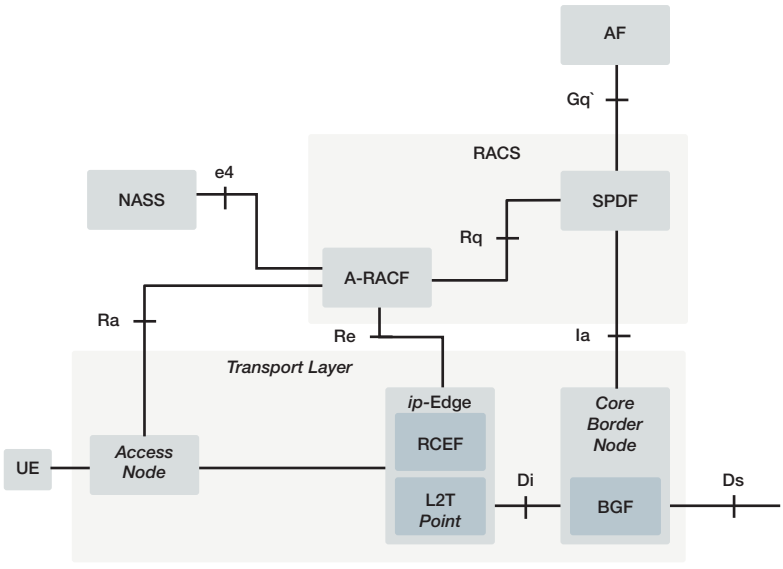



Figura 2- Arquitectura RACS [8]

O A-RACF, com base na informação da topologia, do estado da rede e do perfil do utilizador, verifica se o pedido pode, ou não, ser aceite. Em caso afirmativo, este poderá ainda configurar os elementos de transporte RCEF (*Resource Control Enforcement Function*) para executarem acções específicas sobre o fluxo de dados. Num cenário concreto xDSL podemos materializar o RCEF num DSLAM e o BGF num BRAS, embora outras abordagens possam também ser correctas.

## 2.2 3GPP

O projecto 3GPP surge em 1998, num esforço de coordenação entre diferentes grupos associados às telecomunicações para a especificação da 3ª geração de sistemas telefónicos móveis.

Embora a especificação no que respeita a QoS e tarifação já existisse, o esforço de uniformizar estas duas componentes é conseguido na *Release* 7 do 3GPP, com a arquitectura PCC (*Policy Control and Charging*), depois de nas *Releases* 5 e 6 estas funções estarem separadas em entidades funcionais distintas.

A arquitectura PCC define uma entidade de nome PCRF (*Policy Charging Rule Function*) [9] que se encarrega da autorização e gestão de QoS e do aprovisionamento de regras de tarifação para as sessões requeridas por parte do utilizador.

Aquando do pedido para uma nova sessão, o PCRF, com base no estado da rede, nas políticas do operador e no perfil do utilizador, decide e configura o PCEF (*Policy Charging Enforcement Function*) com a informação (*PDP Context*) de QoS e de tarifação necessárias para a sessão.

A utilização de um *Policy Server*, neste caso sendo este PCRF, permite que o operador detenha o controlo do QoS de determinada sessão, não deixando essa importante

decisão na mão dos utilizadores da rede.

Também o PCRF, tal como o RACS, apresenta um único ponto de contacto entre a plataforma de serviço e a camada de transporte.

No caso concreto de redes GPRS/UMTS, o PCEF, a entidade utilizada para efeito, é materializado na componente GGSN.

As características do PCRF enquadram-se nas características de um *Policy Server*, uma vez que se trata de um ponto de decisão e de configuração de elementos de rede, responsáveis pelo transporte do fluxo de dados de uma determinada sessão.

## 3. Desenvolvimento de um *Policy Server* genérico

Nas secções anteriores foram brevemente apresentados dois *Policy Servers*, com algumas funcionalidades e interfaces diferentes entre eles. No entanto, ambos partilham uma característica comum. Quando um determinado evento acontece, se uma (ou mais) condição (ou mais) se verificar, isto é, se o resultado da execução de uma função (ou conjunto de funções) for verdadeiro, então executa-se um conjunto de acções.

Para a implementação do *Policy Server* foi necessário criar um modelo de dados suficientemente abstracto que permitisse, de forma simples, a sua extensão, de modo a suportar novas políticas (acções e condições).

O modelo de informação utilizado é baseado em [10] e apresenta-se na Figura 4.

No modelo de dados apresentado existe uma classe abstracta denominada por *policy*. É desta classe que são estendidas as classes *policy rule*, *policy condition* e *policy action*.

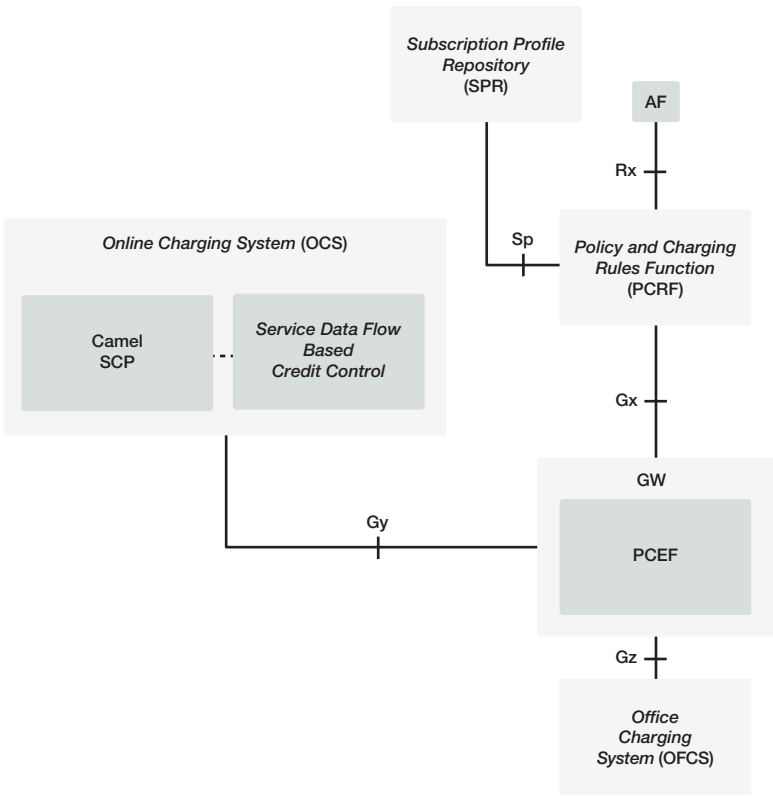



Figura 3 - Arquitectura PCC [9]

Uma *policy rule* agrupa um conjunto de condições (*policy condition*) e um conjunto de acções a serem executadas caso as condições se verifiquem (*policy actions*).

Sendo o diagrama de dados genérico e abstracto, impõem-se que, aquando da necessidade de incluir novas regras (conjunto de condições e acções), sejam acrescentadas novas classes derivadas das já existentes.

Assim, e a título de exemplo, a Figura 5 apresenta a extensão ao modelo de dados necessário para suportar a marcação de pacotes IP, no caso de ser verdadeira uma determinada condição.

Com base no apresentado, tome–se o seguinte exemplo:

> existem, previamente aprovisionados na base de dados do sistema, os seguintes objectos:

  > *IP Classifier* com os seguintes dados: (SourceIP = *, DestIP = 11.11.1.1, Protocol = UDP);

  > *Mark* com os dados (DSCP = 0x1);

> ocorre o evento: Pedido de QoS para uma sessão com os dados (SourceIP = 10.10.1.1, DestIP = 11.11.1.1, Protocol = UDP);

> verificação da condição *IP Classifier* (SourceIP = *, DestIP = 11.11.1.1, Protocol = UDP) – a condição é verificada, o pedido recebido faz parte do grupo em que a condição é verdadeira;

> executar as acções associadas à regra (evento): Mark (DSCP = 0x1).

Como mostrado, a simples adição de classes derivadas do modelo

genérico permite-nos suportar, facilmente, qualquer condição e acção que o operador necessite.

Para o funcionamento real, impõe-se a utilização de uma base de dados persistente da informação referente ao modelo de dados apresentado e todas as suas possíveis extensões.

A base de dados foi implementada em *PostgreSQL* [11], sendo o *Policy Server* implementado em C++. Cada classe é representada por uma tabela e as ligações entre tabelas são feitas através de chaves estrangeiras (típico num sistema de dados relacional). O acrescento de uma nova regra (condição e acção) é efectuado com a inserção de novas tabelas derivadas das já existentes.

Uma vez que o modelo de dados é extensível, pretende-se que o código desenvolvido para trabalhar com os dados, e efectuar as necessárias comparações e acções, não tenha de ser reescrito cada vez que se desejar estender o modelo.

Assim, o cerne do *Policy Server* foi desenvolvido tendo por base duas técnicas de programação (*Object Factories* e *Singletons* [12]) que nos permitem estendê-lo, acrescentando-lhe apenas novos ficheiros de código, necessários para interpretar as novas regras, mas deixando o cerne intacto.

Na verdade, a utilização deste tipo de técnicas permitiu-nos desenvolver uma *framework* extensível, deixando aberta a possibilidade de qualquer um poder desenvolver novas regras, integráveis automaticamente no código principal do *Policy Server*.

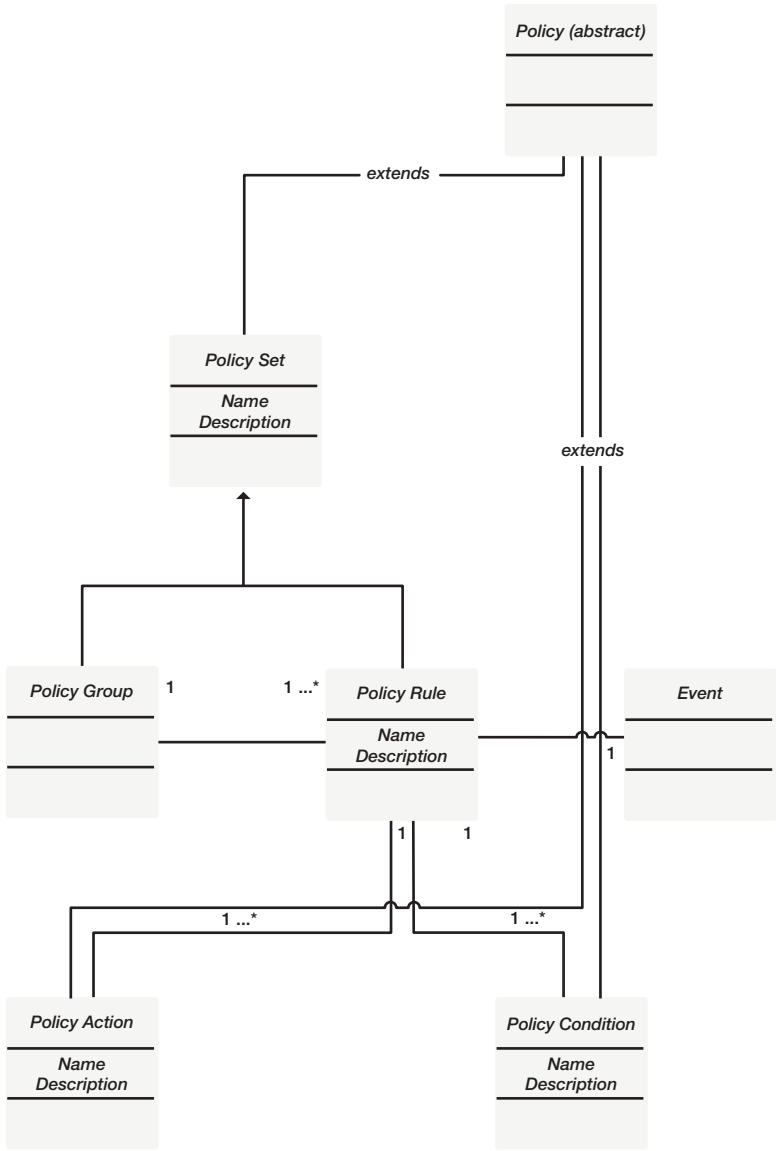



Figura 4 - Diagrama de dados de um *Policy Server* genérico

## 4. A plataforma *ip*-Rudder

A plataforma *ip*-Rudder é parte integrante da família de produtos da PT Inovação, designada por Sh*ip*net®. Tem como responsabilidade a gestão de recursos de rede e controlo de QoS, com base nas normas TISPAN e 3GPP.

O *ip*-Rudder assenta nas características típicas de um *Policy Server*, tal como apresentado nas secções anteriores, mas necessitando ser completado com todas as funcionalidades e interfaces necessárias para estar em linha com as normas dos referidos organismos de normalização. O *ip*-Rudder faz uso de um *Policy Server* genérico que incorpora interfaces externas de comunicação e comportamentos definidos como essenciais para a gestão e controlo de redes fixas e móveis.

Uma vez que as funções e as interfaces podem variar, mesmo num cenário de convergência, diferentes *releases* da normalização podem ter um impacto significativo nas interfaces e funcionalidades, decidiu–se desenvolver um elemento genérico e abstracto para que o desenvolvimento de novas funcionalidades fosse rápida, simples e sem alteração do cerne do programa.

A base do *ip*-Rudder é formada por uma *framework*, com um comporta-

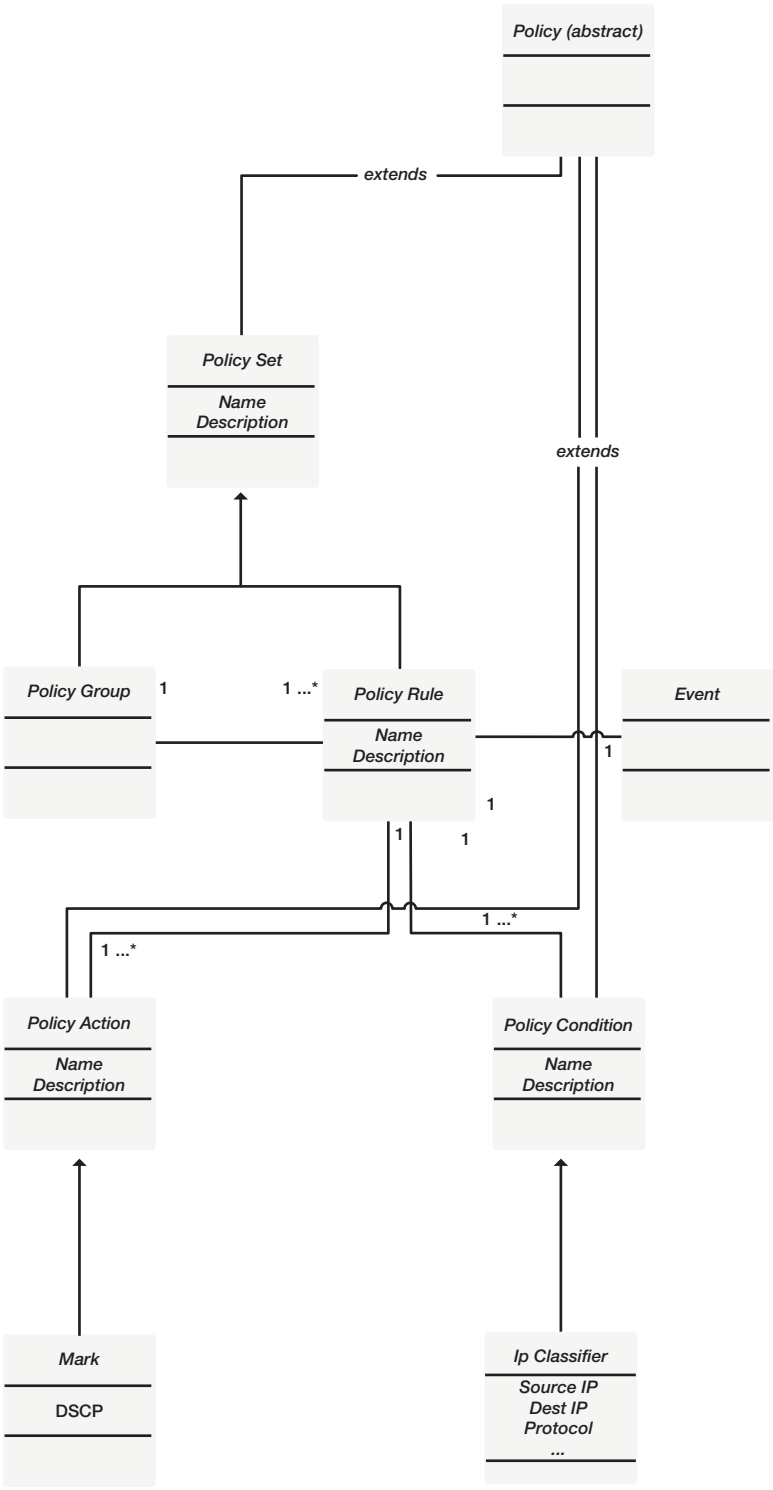



Figura 5 - Modelo de dados estendido (exemplo)

mento primitivo capaz de carregar bibliotecas de forma dinâmica (*plugins)*, em *run time*, permitindo incorporar novas funcionalidades e interfaces.

Diferentes tipos de *plugins* podem co-existir, sendo que, se houver a necessidade de se comunicarem entre eles, toda a comunicação é efectuada via um *Dispatcher* de eventos e mensagens existente no *framework*. Sempre que um determinado *plugin* deseja executar uma determinada acção, é colocada uma mensagem no *dispatcher* de mensagens do *ip*-Rudder e este, com base no conhecimento que tem, encarrega-se de a reenviar para um outro *plugin*.

Com esta aproximação, não é necessário existir conhecimento entre *plugins*, o que a acontecer reduziria drasticamente o funcionamento genérico do componente.

A Figura 6 apresenta de forma gráfica, e simplificada, a estrutura interna do *ip*-Rudder. É visível a existência de diferentes blocos e responsabilidades, resumidos de seguida:

> *kernel*, responsável pela interacção entre o *policy server*, a base de dados interna (com o estado das sessões, topologia, estado da rede, perfil do utilizador, etc.), o comportamento do *ip*–Rudder, proveniente da base de dados de políticas, e o *dispatcher* de mensagens e eventos;

> *dispatcher*, responsável pela recepção e envio de mensagens para os *plugins* correctos;

> *policy server*, responsável por carregar as políticas, de forma dinâmica, da base dados (secção 3);

> *behaviour*, faculta o comportamento, pretendido por parte do operador, para as mensagens colocadas no *dispatcher, s*endo

este parameterizado através da manipulação da base de dados interna ao componente;

> *internal data*, base de dados que contém informação diversa necessária ao funcionamento do sistema. Entre outra informação, estado das sessões, topologia, estado da rede, perfil do utilizador.

Os *plugins* podem ser comportamentais, isto é, responsáveis por verificar determinadas condições, por exemplo executar um algoritmo de *admisson control* específico, ou poderão representar interfaces com entidades externas, por exemplo a interface Gq', utilizada para a comunicação entre a plataforma de serviços e o RACS na arquitectura TISPAN (secção 2).

Os *plugins* do tipo interfaces podem ainda ser de dois tipos diferentes:

> comunicação com a camada de serviço;

> comunicação com a camada de transporte.

É com base no tipo de *plugins*, no tipo de mensagem colocado no *dispatcher* e no comportamento definido pelo operador que o *kernel* decide quais as acções a tomar, isto é, qual dos outros *plugins* existentes é invocado como consumidor da mensagem.

O comportamento (ou o caminho) que as mensagens devem percorrer dentro do *ip*-Rudder é definido numa base de dados de conhecimento, que indica o tipo de mensagem e identifica um conjunto de tipos de *plugins* por onde a mensagem deve passar para se obter uma resposta final.

As diferentes localizações de uma determinada mensagem, dentro do *ip*-Rudder, para o cenário em que um novo cliente faz *login* na rede são ilustradas na Figura 6 e explicadas na continuação do texto.

Existem cinco pontos essenciais, que passamos a explicar:

1. uma mensagem de *login* de utilizador, proveniente de entidade de autenticação de rede, é recebida pelo *plugin* 1. A mensagem é validada e é construída uma nova mensagem abstracta, que identifica a entrada de um utilizador na rede;

2. o *plugin* 1 coloca a mensagem no *dispatcher* de mensagens;

3. o *kernel* apercebe-se que existe uma nova mensagem que necessita de ser tratada e, com base no comportamento (obtido da base de dados e previamente configurado pelo operador), escolhe um *plugin* que deverá consumir a mensagem – no caso, um *plugin* que seja capaz de configurar o elemento de rede onde o utilizador está ligado;

4. depois de escolhido o *plugin*, o *kernel* coloca a mensagem novamente no *dispatcher,* a fim da mensagem chegar ao *plugin* de destino;

5. o *plugin N* (*plugin* destino do nosso exemplo) apercebe-se que existe uma nova mensagem para ele, retira-a e processa-a;

6. como o destino final da mensagem é ser reenviada para outro local na rede, o *plugin N* cria a mensagem e reenvia para a rede – para configurar o elemento de rede com os filtros de QoS exigidos pelo contrato do utilizador.

O exemplo apresentado é bastante simples, um mais complexo pode ser a utilização da intersecção de N respostas, dadas por N *plugins* diferentes, a um determinado pedido inicial.

## 5. Implementação do *ip*-Rudder num cenário real

As secções anteriores apresentaram de forma genérica o cerne da plataforma *ip*-Rudder e o seu

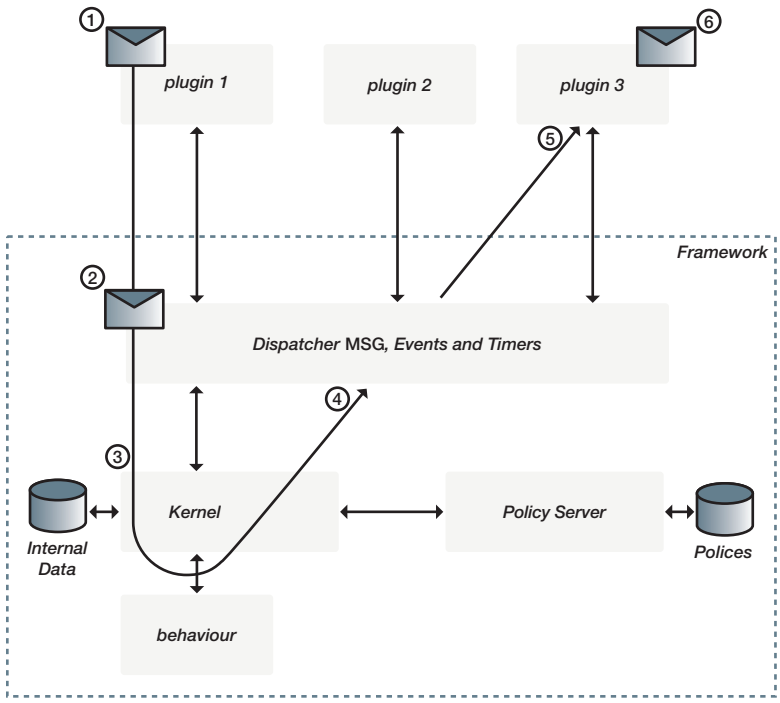



Figura 6 - Exemplo do comportamento para uma mensagem

funcionamento como uma plataforma facilmente extensível, cooperando com um *policy server* genérico.

Nesta secção apresenta-se o *ip*–Rudder como um elemento capaz de responder às necessidades de uma entidade de controlo e gestão de QoS num cenário de redes convergentes.

A Figura 7 mostra as diferentes interfaces e entidades funcionais do *ip*-Rudder, tendo por base a arquitectura RACS - TISPAN e PCC - 3GPP.

Claramente distinguível é a separação entre as diferentes camadas (serviço, controlo e transporte).

Cada uma das camadas interage com o *ip*-Rudder através de *plugins* com funcionalidades específicas.

No que respeita à interacção com a plataforma de serviço, o *ip*–Rudder está preparado para receber pedidos através de duas interfaces (Gq' e Rx), como especificado nos documentos de normalização.

Dois tipos de redes são neste momento suportadas, xDSL e IP *Ethernet*, estando em desenvolvimento o suporte para redes UMTS, através da interface Gx.

Uma apresentação detalhada de todas as funcionalidades do componente pode ser encontrada em [13].

Sendo extensível, o *ip*-Rudder é facilmente configurado de modo a funcionar em diversos cenários, sendo para isso apenas necessária a criação/suporte de *plugins* e a correcta configuração das bases de dados do sistema.

## 6. Conclusões

O facto do trabalho de normalização não estar ainda terminado, torna complicado o desenvolvimento das entidades referidas nas diversas arquitecturas.

A melhor forma de responder a esta problemática é construir um sistema aberto capaz de aceitar alterações sem grandes alterações ao *core* do programa, tentando assim que o desenvolvimento de novas funcionalidades seja feito o mais rapidamente possível e com o menor número de erros possível.

O desenvolvimento de um *Policy Server* genérico foi essencial para o desenvolvimento de uma plataforma estável de gestão de recursos numa rede IP.

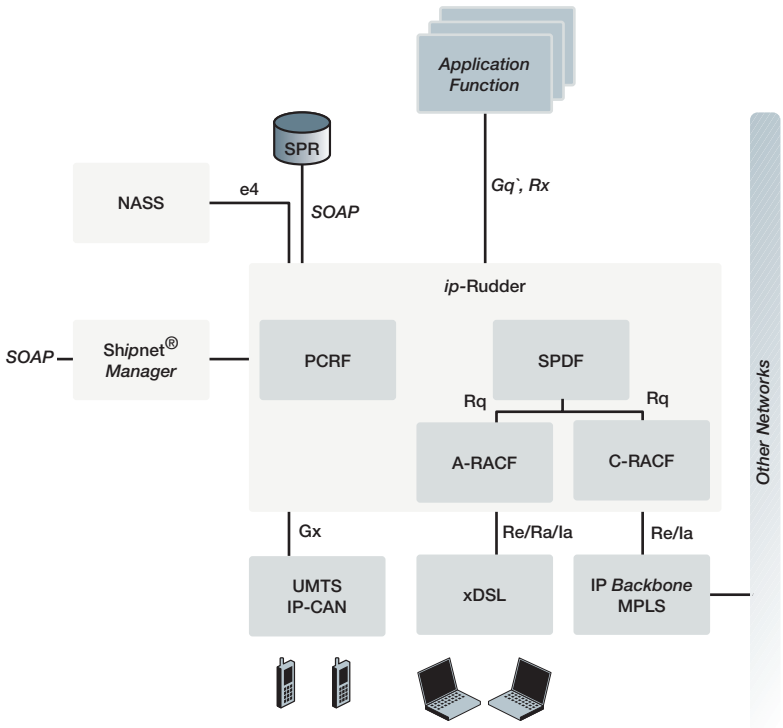



Figura 7 - Arquitectura funcional *ip*-Rudder num cenário de redes convergentes

**Referências**

[1] F. Fontes, et al - "Controlo de Qualidade num cenário VoD numa rede xDSL e MPLS/Ethernet", Revista Saber & Fazer Telecomunicações - PT Inovação, 2006.
[2] http://www.etsi.org.
[3] http://www.3gpp.org.
[4] R. Azevedo, A. Oliveira, F. Fontes, "Distributed, Scalable QoS Control Architecture for Next Generation Networks", 15th IST Mobile & Wireless Communication Summit, Mykonos, Greece, June 2006.
[5] Yu, T. Lin, K.-J., "The design of QoS broker algorithms for QoS-capable Web services", IEEE International Conference on e-Technology, e-Commerce and e-Service, 2004.
[6] Daniel A. Menascéa, Honglei Ruana, Has-san Gomaab, "QoS management in service-oriented architectures".
[7] http://www.ist-daidalos.org.
[8] ETSI ES 282 003: "Resource and Admission Control SubSystem (RACS); Functional Architecture"
[9] 3GPP TS 23.203: "Policy and charging control architecture - Release 7".
[10]DSL Policy Control Framework (PCF) - WT-134 version 0.4 - DSL Forum, Dec 2006.
[11] http://www.postgresql.org.
[12] Andrei Alexandrescu - Modern c++ Design: Generic Programming and Design Patterns Applied - Addison Wesley. ISBN:0-201-70431-5.
[13] Shipnet® PT Inovação - IP Rudder Documento Técnico.

**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 Shipnet®. Participação em diversos projectos de I&D no âmbito do IST na área de QoS e *Network Management*. Interesse pelas áreas de QoS, *Admission Control Algorithms, Network Measurements* e mobilidade em cenários de redes heterogéneas.

**Francisco Fontes**, licenciou-se em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Ramo de Electrónica e Telecomunicações, pelo Instituto Superior Técnico (Setembro de 1991) e Doutorado pela Universidade Politécnica de Madrid (Novembro de 2000) na área de gestão distribuída de redes de telecomunicações. Em Setembro de 1991 iniciou a sua actividade profissional na PT Inovação (CET), tendo-se especializado em tecnologias de rede de banda larga, 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.

**Jorge Loura**, licenciou-se em Engenharia de Computadores e Telemática pela Universidade de Aveiro em 2006. É bolseiro de investigação do IT desde 2006, participando no desenvolvimento de projectos na área de QoS.

**André Oliveira**, licenciou-se em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2004, encontra-se presentemente a realizar dissertação de mestrado. É bolseiro de investigação no Instituto de Telecomunicações desde 2004, desenvolvendo trabalho de I&D na temática das redes de telecomunicações, especificamente nas áreas de Qualidade de Serviço (QoS) em redes heterogéneas de próxima geração e redes de comunicações multimédia.

03

Pablo Sanches

Pedro Mendes

Ricardo Ferreira

João Menon
(Vivo)


# Evolução da Rede Backhaul: Como ampliar a Rede de Backhaul para Atender a 3G Reduzindo Custos e Aumentando a Eficiência?


palavras-chave:
*Backhaul*, Otimizaçào, Transporte, OpEx, CapEx, CDMA, GSM, UMTS, EV-DO, HSDPA, ATM, IMA


**Evolução do *backhaul* nas redes móveis 2G para 3G: desafios e soluções para uma rede sustentável.**

Com a evolução das tecnologias móveis da 2G para a 3G, a eficiência de uso das interfaces de rádio nas redes móveis tem melhorado, possibilitando maiores velocidades de transmissão de dados e maior capacidade de voz.

No entanto, essa evolução exige um aumento na capacidade de transmissão da rede de *backhaul* das operadoras, o que leva, hoje em dia, ao aumento do OpEx, seja por meio do aumento do número de meios alugados ou através do uso de rede própria, criando assim um modelo financeiramente insustentável de crescimento.

Os desafios e soluções para otimização da rede de *backhaul* serão abordados neste artigo.

## 1. Introdução

O contínuo crescimento da base de assinantes móveis, a introdução de novos serviços baseados em vídeos e dados em alta velocidade, disponibilizados pela nova geração de aparelhos celulares, e a chegada das redes de 3G, com suas altas taxas de dados e equipamentos com interfaces IP/Ethernet geram hoje, nas redes de telecomunicações, uma crescente demanda por mais e mais largura de banda, provocando pontos críticos para o crescimento da rede.

A rede *backhaul* é um desses pontos críticos. *Backhaul* é a parte da rede móvel que faz a transmissão de informações entre o *site* onde está instalada a BTS (*Base Transceiver Station*, na rede GSM e CDMA) ou o Nó B (no caso da rede UMTS) e a rede de *backbone* da operadora.

Diferentes técnicas, tecnologias e interfaces podem ser usadas para essa rede, mas como sempre, de acordo com a opção escolhida, existe um diferente preço a se pagar baseado nas necessidades, requisitos e parâmetros desejados.

A diferença entre uma operadora celular ser ou não líder de mercado está fortemente ligada ao tempo gasto para ampliar e implementar as redes que suportam os novos serviços e tecnologias. Isso faz com que as opções adotadas na rede de *backhaul* recaiam sobre o uso de enlaces de microondas ponto-a-ponto ou então sobre o aluguel de meios de transmissão.

Independentemente da escolha feita, e se essa rede servirá como transporte dedicado para 3G, ou se várias tecnologias a compartilharão, a rede de *backhaul* continua sendo uma das principais responsáveis pelos altos custos de implementação (Capex) e operação (Opex) de uma rede móvel.

Complicando um pouco mais a equação, as operadoras móveis construíram a sua rede *backhaul* 2G para prover uma extensa cobertura

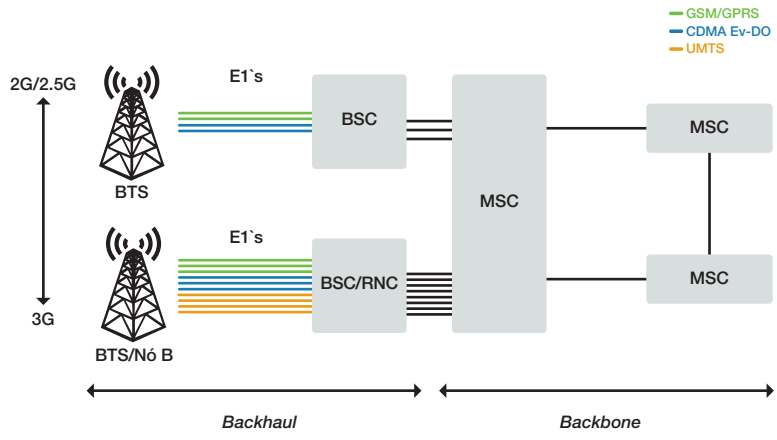



Figura 1 – Rede *Backhaul* 2G/3G

de serviços de voz baseados em comutação por circuitos (TDM).

Essa arquitetura de rede resultante não está otimizada hoje para tratar o aumento crescente dos serviços de voz – e dados – baseados em pacotes (ATM e, eventualmente, Gigabit Ethernet, IP e MPLS) previstos nas emergentes redes 3G, levantando assim novos desafios no projeto de soluções de rede.

Como resultado, lançamentos de serviços CDMA 1x EV-DO e HSDPA estão forçando as operadoras a dobrar o número de meios alugados ou enlaces de microondas em alguns *sites*. Estes custos adicionais levantam dúvidas sérias se existe mesmo um negócio lucrativo por trás da implementação dessas interfaces de ar otimizadas e com grande capacidade.

Ultimamente, as operadoras móveis vêm aprovando gastos extras na rede *backhaul* para prover as estações rádio base com a capacidade necessária para que usuários possam experimentar os serviços de alta qualidade em HSDPA ou EV-DO.

As operadoras estão baseando as implantações iniciais de HSDPA/EV-DO em quatro circuitos E1 por *site*; mas com o crescimento esperado dos serviços, até dez circuitos E1 podem ser necessários por *site*.

Embora seja esperado que esses novos serviços tragam um aumento na receita média por usuário (ARPU) da operadora, o mais provável é que a receita média da base total de clientes se mantenha estável e não acompanhe o crescimento da rede *backhaul*.

De uma maneira simples, se os custos com a rede de *backhaul* não puderem ser freados à medida que o aumento de tráfego exige mais capacidade na rede, as margens das operadoras móveis tendem a diminuir no futuro próximo. Aumentar a capacidade da rede de *backhaul* ao menor custo possível, e da maneira mais rápida, são os novos desafios para os provedores de soluções que desejam competir nesse mercado.

| TS | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | FAS/NFAS | | | | | | | | |
| 1 | Ar 0 | | Ar 1 | | Ar 2 | | Ar 3 | | TRX 1 |
| 2 | Ar 4 | | Ar 5 | | Ar 6 | | Ar 7 | | |
| 3 | Ar 0 | | Ar 1 | | Ar 2 | | Ar 3 | | TRX 2 |
| 4 | Ar 4 | | Ar 5 | | Ar 6 | | Ar 7 | | |
| 5 | Ar 0 | | Ar 1 | | Ar 2 | | Ar 3 | | TRX 3 |
| 6 | Ar 4 | | Ar 5 | | Ar 6 | | Ar 7 | | |
| 7 | Ar 0 | | Ar 1 | | Ar 2 | | Ar 3 | | TRX 4 |
| 8 | Ar 4 | | Ar 5 | | Ar 6 | | Ar 7 | | |
| 9 | Ar 0 | | Ar 1 | | Ar 2 | | Ar 3 | | TRX 5 |
| 10 | Ar 4 | | Ar 5 | | Ar 6 | | Ar 7 | | |
| 11 | Ar 0 | | Ar 1 | | Ar 2 | | Ar 3 | | TRX 6 |
| 12 | Ar 4 | | Ar 5 | | Ar 6 | | Ar 7 | | |
| 13 | Ar 0 | | Ar 1 | | Ar 2 | | Ar 3 | | TRX 7 |
| 14 | Ar 4 | | Ar 5 | | Ar 6 | | Ar 7 | | |
| 15 | Ar 0 | | Ar 1 | | Ar 2 | | Ar 3 | | TRX 8 |
| 16 | Ar 4 | | Ar 5 | | Ar 6 | | Ar 7 | | |
| 17 | Não usado | | | | | | | | |
| 18 | Não usado | | | | | | | | |
| 19 | Dados O&M | | | | | | | | |
| 20 | Não usado | | | | | | | | |
| 21 | Sinalização O&M | | | | | | | | |
| 22 | Sinalização TRX 8 | | | | | | | | |
| 23 | Sinalização TRX 7 | | | | | | | | |
| 24 | Sinalização TRX 6 | | | | | | | | |
| 25 | Sinalização TRX 5 | | | | | | | | |
| 26 | Não usado | | | | | | | | |
| 27 | Sinalização TRX 4 | | | | | | | | |
| 28 | Sinalização TRX 3 | | | | | | | | |
| 29 | Sinalização TRX 2 | | | | | | | | |
| 30 | Sinalização TRX 1 | | | | | | | | |
| 31 | Não usado | | | | | | | | |

8 quadros TRAU (16 Kbps cada por grupo TRX)

Figura 2 – Estrutura interface A.bis

## 2. Abordagem técnica

### 2.1 A interface Abis

Nas redes GSM, a interface Abis é conhecida como sendo o tronco formado por circuitos de 2Mbps (E1), que conectam as BTS aos BSC.

A interface Abis é composta por trinta e dois intervalos de tempo individuais (DS0), usados para transportar tráfego de voz, dados, sinalização e controlo. Os intervalos de tempo que carregam dados e voz são normalmente compostos por quatro sub-canais TRAU (*Transcoding* and *Rate Adapter Unit*) de 16kbps (existem outros esquemas, mas usaremos esse para a explicação). Cada sub-canal TRAU carrega uma chamada ativa. A cada oito sub-canais TRAU é formado um grupo TRX (*Transceiver*), que por sua vez ocupa dois intervalos de tempo de 64kbps.

Juntamente com esses grupos TRX, as informações de sinalização e controlo são transportadas normalmente em intervalos de tempo próprios.

### 2.2 O que é otimização da interface Abis?

A interface Abis é muito ineficiente devido ao uso da multiplexagem temporal natural do TDM e também porque, em muitas situações, a interface carrega dados redundantes e sem valor. As especificações padronizadas da interface exigem que quadros TRAU sejam enviados a cada 20ms por canal e contenham 320 bits de sincronização, controlo e carga útil. Enquanto que a taxa de dados para um canal "*full rate*" é de 16kbps, 35 dos 320 bits em cada quadro TRAU são usados como bits de sincronização, fazendo com que a taxa efetiva seja de 14,25 kbps.

Demais ineficiências da interface Abis aparecem em duas outras situações. Primeiro, quando um TRAU não está associado a nenhum usuário, um padrão *idle*, ou quadro vazio, é transmitido no canal correspondente da interface Abis, ocupando largura de banda da rede de *backhaul*, com dados que efetivamente não carregam nenhuma informação.

A segunda situação se dá nos períodos de silêncio. Embora períodos de silêncio durante uma conversação de voz não sejam transmitidos pela interface aérea, na interface Abis quadros SID (*Silence IDentifier*) são transmitidos.

Assumindo que uma conversa típica é formada por 50% de conversa efetiva e 50% de silêncio, um subcanal TRAU seria apenas 50% utilizado. No entanto, quadros "SID" são enviados periodicamente devido aos esquemas de codificação de voz aplicados.

Quando considerados os quadros de silêncio e quadros vazios transmitidos na interface Abis, a taxa de dados efetiva cai dos 16kbps para cerca de 9kbps. Os equipamentos otimizadores de interface Abis inspecionam os canais de voz e removem informações sem valor (quadros *idle* e de silêncio, assim como informações redundantes de sinalização).

Isso permite uma redução da largura de banda e uma melhor utilização do meio de transmissão, resultando em economias operacionais para as operadoras móveis.

### 2.3 Supressão dos canais *Idle* do GSM

Sempre que não for recebido nenhum tráfego da interface de rádio (ex.: canal não alocado para uma chamada, recebimento de quadros de enchimento, etc.), um canal é considerado *idle*. Nesses casos, os "padrões *idle*" ou "canais *idle*" são gerados nos correspondentes canais da interface Abis. Esses padões podem ser detectados e removidos do fluxo de dados a ser transportado na interface Abis. Se as transmissões forem feitas em conjunto com tráfego 3G, a multiplexagem estatística do ATM (interfaces IMA), acrescida da supressão de canais *idle,* podem garantir uma economia de até 75% (no caso ideal) nos meios de transmissão usados na rede *backhaul*, permitindo às operadoras móveis minimizar o número de circuitos E1 alugados.

### 2.4 Supressão dos quadros de silêncio

Em uma chamada de voz normal é de esperar que uma pessoa fale durante 50% do tempo, enquanto nos outros 50% do tempo exista apenas silêncio enquanto se escuta o que a outra pessoa está falando.

Durante os períodos de silêncio nas chamadas, a informação sobre quadros de voz FR, EFR ou AMR é substituída por quadros de silêncio. Esses quadros de silêncio transportam apenas o ruído de fundo, sendo actualizados somente a cada 24 quadros. Esses quadros são detectados, deixando-se passar apenas o primeiro de cada grupo. Na outra extremidade da rede de transmissão esses quadros são regenerados afim de se remontar a interface Abis. Essa técnica também permite uma economia extra na largura de banda dos meios de transmissão.

A economia atual obtida com essas duas técnicas de supressão depende da topologia da rede, do número de circuitos E1 agregados, do tipo de BTS (densamente urbana, urbana, rural, rodovia), dos tipos de tráfego na rede e da atividade de voz dos usuários.

### 2.5 Otimização do tráfego CDMA

Diferentemente da interface Abis do GSM, a interface das BTS CDMA não são padronizadas (ou semi padronizadas) e, por esse motivo, os algoritmos de otimização através de inspeção dos canais de tráfego não se aplicam a essa tecnologia. Para esses casos, mecanismos como eliminação de canais não usados e otimização através de comutação por pacotes e multiplexagem estatística devem ser empregados.

O primeiro mecanismo, eliminação de canais não usados, se baseia na seleção dos intervalos de tempo efetivamente usados pela BTS CDMA e o mapeamento desses intervalos no E1 da rede *backhaul*. Os intervalos de tempo não usados simplesmente não são mapeados, constituindo assim um importante ganho. Esta solução não adiciona nenhum *overhead* ao tráfego CDMA e nenhum atraso extra no envio das informações.

O ganho de otimização nesse caso depende do número de intervalos de tempo usados na BTS.

No segundo mecanismo, otimização através de comutação por pacotes e multiplexagem estatística, os canais CDMA são amostrados e a informação é colocada em pacotes ATM, que posteriormente são enviados através da rede *backhaul*.

Nesse processo, os padrões repetitivos de bits, como os encontrados nos canais *idle* e bits de preenchimento, são reconhecidos e substituidos por um código, que por sua vez é transmitido no lugar do padrão de bits. Na outra extremidade do circuito, esse código é novamente substituído pelo padrão de bit, tornando essa solução totalmente transparente. Essa técnica é também conhecida como compressão de dados sem perdas.

Além das técnicas de otimização apresentadas, esses mecanismos de supressão possuem ainda um importante ganho extra. O tráfego das interfaces das BTS não é alocado nos *time slots* TDM do E1 de maneira estática; esse tráfego é transformado em pacotes e transportado como ATM VBR (*Variable Bit Rate*) através da rede *backhaul*. Isso permite uma redução extra da largura de banda devido à multiplexagem estatística. Ganhos com multiplexagem estatística são especialmente significantes nos casos de grande agregação de tráfego de uma mesma região, que tende a concentrar uma mistura variada de diferentes tipos de BTS com diferentes distribuições de tráfego diário, períodos de pico em diferentes horas do dia e carga da BTS.

## 2.6 Solução proposta

A PT Inovação, conhecendo as necessidades de seus clientes e atenta às oportunidades de mercado, se antecipou ao aparecimento da necessidade e desenvolveu uma solução que agrega todas as funcionalidades apresentadas e atende aos novos requisitos de rede para a 3G.

O MAiS possui um completo conjunto de funcionalidades necessárias para agregação, de modo transparente, das várias tecnologias de acesso móvel em uma única rede de transmissão.

A capacidade de realizar *grooming* nos circuitos, transmitindo automáticamente apenas os DS0 ativos dos canais CDMA e GSM através da rede *backhaul*, aliada à agregação proporcionada pelos grupos IMA, garantem robustez e aumentam a imunidade às interrupções nos serviços, enquanto garantem a otimização da largura de banda da rede *backhaul*.

| TS | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ar 0 | | Ar 1 | | Ar 2 | | Ar 3 | |
| 2 | Ar 4 | | Ar 5 | | Ar 6 | | Ar 7 | |
| 3 | Ar 0 | | Ar 1 | | Ar 2 | | Ar 3 | |
| 4 | Ar 4 | | Ar 5 | | Ar 6 | | Ar 7 | |
| 5 | Ar 0 | | Ar 1 | | Ar 2 | | Ar 3 | |
| 6 | Ar 4 | | Ar 5 | | Ar 6 | | Ar 7 | |
| 7 | Ar 0 | | Ar 1 | | Ar 2 | | Ar 3 | |
| 8 | Ar 4 | | Ar 5 | | Ar 6 | | Ar 7 | |
| 9 | Ar 0 | | Ar 1 | | Ar 2 | | Ar 3 | |
| 10 | Ar 4 | | Ar 5 | | Ar 6 | | Ar 7 | |
| 11 | Ar 0 | | Ar 1 | | Ar 2 | | Ar 3 | |
| 12 | Ar 4 | | Ar 5 | | Ar 6 | | Ar 7 | |

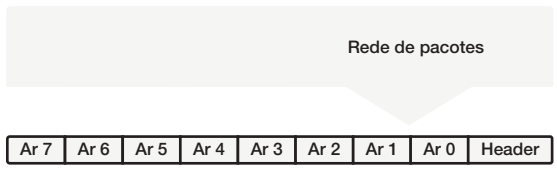



Figura 3 – Otimização pela comutação por pacotes

Os algoritmos de supressão de canais *idle* e supressão de quadros de silêncio são usados para eliminar informação redundante nas transmissões de voz nas interfaces Abis e Ater das redes GSM. Esses métodos permitem que as informações das interfaces Abis e Ater sejam transportadas como tráfego VBR na rede ATM, o que é fundamental para o uso da multiplexagem estatística.

A multiplexagem estatística realizada pelo MAiS entre os tráfegos de voz GSM, UMTS e CDMA, e os tráfegos de dados GPRS/EDGE, EVDO e HSDPA, garante um considerável ganho na largura de banda utilizada na rede *backhaul* e é o único método que eficientemente soluciona o problema da canibalização dos serviços GSM pelo UMTS.

Figura 4 – MAIS 1

Figura 5- MAiS16

O sistema MAiS apresenta três níveis de prioridade, de acordo com a norma TM4.1 do ATM Fórum:

> **CBR/rt_VBR:** nível mais

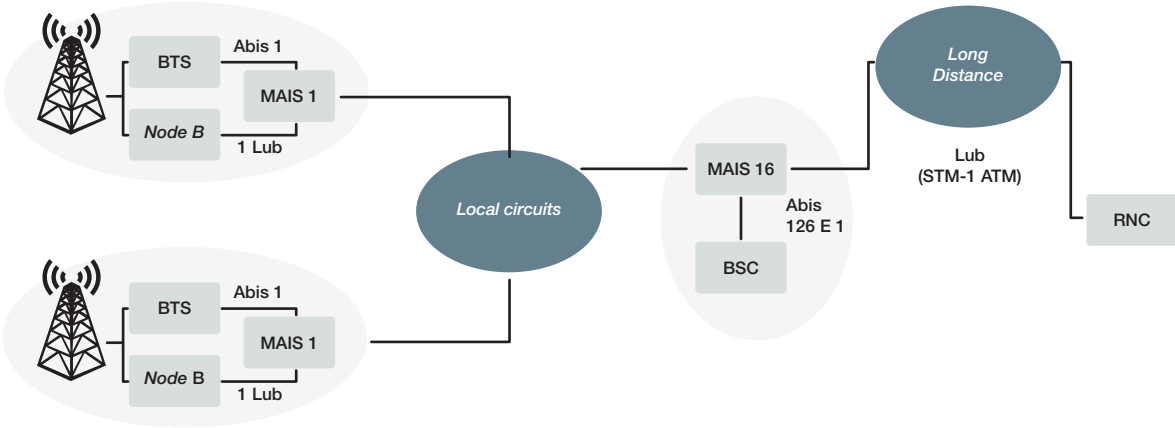



Figura 6 – Exemplo de aplicação

prioritário, usado para transmitir todo o tráfego GSM Abis e ainda a sinalização UMTS (ALCAP, etc.);

> **nt_VBR:** nível médio, usado para ligações de gestão dos nós B e do próprio equipamento MAiS;

> **UBR:** nível inferior, usado para o tráfego de dados AAL2 do UMTS. Se o nó B puder separar o tráfego HSPA do restante tráfego de voz/dados, então o tráfego HSPA deveria ser o único nesta classe.

Na configuração do equipamento, todo o tráfego Abis, CDMA e de sinalização UMTS é colocado na mais alta prioridade, garantindo que nunca sofrerá perdas.

O tráfego HSPA irá então aproveitar de forma elástica toda a restante largura de banda disponível, que não estará a ser utilizada pelas outras fontes de informação.

Todos esses benefícios fazem do MAiS a ferramenta mais eficiente e flexível para otimização de largura de banda da rede de transmissão, dando aos operadores móveis uma maneira suave e de baixo custo para migrarem a rede 2G/2,5G para 3G.

De modo a facilmente atender os requisitos de capacidade dos operadores móveis, os equipamentos

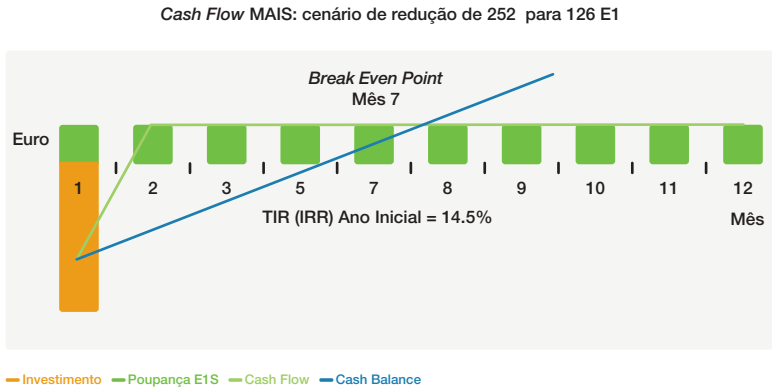



Figura 7 – *Break Even Point* para o projecto de alguns meses

da família MAiS estão disponíveis em versão compacta MAiS1 com 16 portas E1 e versão central MAiS16 com até 256 portas E1.

Todos os membros da família apresentam um excepcional desempenho na otimização da RAN e são completamente compatíveis com *backhaul* TDM ou IP – o que é uma característica fundamental para as soluções a serem implementadas nas operadoras móveis que já migraram (ou migrarão em breve) da rede de acesso comutada por circuitos para a rede comutada por pacotes.

## 3. Exemplo de aplicação

A Figura 6 ilustra uma aplicação típica da solução MAiS para cenários de elevada densidade de estações rádio com a utilização do MAiS16.

Uma só unidade MAiS16 de estação, na sua ocupação máxima, serve 126 locais remotos, utilizando-se apenas uma interface E1 para cada *site* em vez de duas, poupando desta forma 126 E1.

Dependendo dos custos e das particularidades de operação de cada cliente, podem-se esperar gráficos de *Cash Flow* com andamentos semelhantes ao ilustrado na Figura 7 que exibe, *Break Even Point* para o projecto de alguns meses. Cada solução terá que ser analisada casuisticamente, não se constituindo a Figura 7 como um compromisso

de rentabilidade mínima de eventuais soluções que utilizem este sistema.

## 4. Resultados

Equipamentos para otimização do *backhaul* como o MAiS não eliminam a necessidade de meios alugados ou enlaces de rádio, entretanto os custos podem cair cerca de 50% - ou mais - com o uso desse tipo de solução, mesmo que se preserve o uso de meios próprios. Quanto maior o número de meios alugados para os enlaces entre BTS, BSC, MSC e a PSTN, maior o ROI com o uso dessa solução.

Mesmo nas interfaces Abis, onde a voz já está comprimida, o MAiS é capaz de otimizar ainda mais os canais de voz e prover ganhos de até 70%. Para tanto são aplicados os mecanismos de otimização descritos anteriormente.

Nas redes *CDMA,* os ganhos com a otimização variam muito e dependem muito da capacidade configurada na BTS e a taxa de ocupação dos canais de voz, mas ganhos de 30% são experimentados de maneira geral.

Os ganhos gerais da solução podem ser ainda maiores conforme o cenário de aplicação. Com o uso da multiplexagem estatística, conversão das informações em pacotes ATM e a configuração de grupos IMA, os ganhos gerais da solução aumenta diretamente conforme aumenta também o número de circuitos integrados na solução.

## 5. Impacto para a PT

Uma solução como o MAiS pode ajudar muito os operadores móveis a expandir a oferta de serviços, migrar para a 3G e ainda manter os custos da rede de acesso sob controle.

A introdução da capacidade de transporte em Gigabit Ethernet, otimização de interfaces GSM, CDMA e UMTS e desenvolvimento de algoritmos de multiplexagem estatística, demonstram o comprometimento da PT Inovação em evoluir com a família MAiS na direção da demanda de mercado, sem nunca perder o foco no desempenho e confiança exigidos pelas operadoras móveis.

Operadoras como a VIVO, que neste momento estão passando pelo crescimento de uma rede GSM, manutenção da rede CDMA e testes para uma futura rede UMTS, são potenciais beneficiários de todas as funcionalidades que os equipamentos da família MAiS podem oferecer.

Nesse cenário, o MAiS pode permitir o melhor uso dos meios de transmissão existentes, oferecendo um aumento da capacidade de rede backhaul , sem o direto aumento dos custos com a implementação de mais circuitos E1. O MAiS permite também a redução do número de circuitos alugados para o atendimento dos mesmos serviços.

## 6. Conclusões

Definitivamente as operadoras que estão por lançar suas redes HSDPA/HSUPA têm como principal desafio para o seu sucesso, a transmissão.

A infra-estrutura atual não é ideal para o transporte de dados em alta velocidade. A disponibilização de T1/E1 não é orientada a pacotes e, tecnologicamente, necessita de revisão.

A demanda de tráfego dos serviços que estarão disponíveis requerem esta revisão.

Enquanto hoje é possível pensar em um ou dois circuitos E1 na rede *backhaul* para o atendimento da maioria das BTS 2G, com a chegada das redes 3G, o número atual de E1 deve facilmente aumentar três ou quatro vezes por BTS. Sem mecanismos que otimizem a utilização da rede *backhaul*, os elevados custos podem inviabilizar o negócio, uma vez que o tráfego da rede *backhaul* tende a crescer mais rápido que a receita média por usuário (ARPU) pode trazer para a operadora móvel.

Diferentes tecnologias exigem diferentes requisitos da rede de acesso. Para operadoras com redes GSM, CDMA e que vislumbrem a migração para o UMTS, a solução mais simples seria a construção de uma nova rede *backhaul* paralela para cada tecnologia, só que essa opção é totalmente ineficiente e proibitiva financeiramente. A convergência de todos esses requisitos em uma única plataforma é a solução mais realista.

**Referências**
[1] www.3gpp.org.
[2] HEAVY READING | VOL. 4, NO. 4, MARCH 2006 | BACKHAUL STRATEGIES FOR MOBILE CARRIERS.
[3] manual MAiS.
[4] www.memotec.com.

**Pablo Sanches**, graduou-se em Engenharia Elétrica pela Faculdade de Engenharia Industrial, FEI, e pós graduado em Engenharia de Redes e Sistemas de Telecomunicações pelo Instituto Nacional de Telecomunicações, INATEL. Atuando desde 2000 no segmento de telecomunicações, ingressou como Engenheiro da PT Inovação em 2003, onde esteve envolvido com os primeiros projetos de Infraestrutura de Rede implementados no Brasil. Trabalha atualmente desenhando e implementando soluções NetB@nd de rede de acesso, infraestrutura de gestão e de análise de qualidade de rede para os clientes locais.

**Ricardo Jorge M. Ferreira,** licenciou-se e Mestre em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro, MBA pela Universidade de Coimbra. Ingressou no grupo Portugal Telecom em 1999, encontrando-se actualmente a desempenhar funções no Gabinete de Marketing e Comercial da PT Inovação.

**Pedro Mendes,** licenciou-se em Engenharia Electrotécnica de Correntes Fracas pela Universidade Eduardo Mondlane, em Moçambique. Mestre em Telematics pela Universidade de Surrey, no Reino Unido. Dez anos de experiência no desenvolvimento de equipamentos ATM, actualmente liderando a correspondente unidade.

**João Marcos Menon**, graduou-se em Engenharia Elétrica pela UNESP- Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", e pós graduado em Engenharia de Redes e Gestão em Telecomunicações pela PUC-Pontifícia Universidade Católica de Campinas em Strictu Sensu. Atuando há mais de dez anos como engenheiro e gerente de redes de telecomunicações, passando pela Operação e Manutenção de acesso, transmissão, otimização de RF, *core* até as plataformas de serviços , Gerência de redes de redes *wireless*. Trabalha atualmente como gerente de engenharia de transmissão e de comutação, responsável pelo projeto e implantação das redes do Estados de São Paulo e do sul do Brasil pela Vivo.

01

Catarina Mónica

Alexandre Laranjeira

Jorge Gonçalves


# Encaminhamento de Serviços em Redes Multi-tecnologia


palavras-chave:
Redes de transporte;
Encaminhamento de serviços
Multi-tecnologia; Modelo de informação
NetB@nd; AGORA-NG; XML
Algoritmo de Dijkstra


Actualmente, as soluções de rede NetB@nd, vocacionadas para transporte de serviços extremo–a–extremo, são soluções convergentes que integram uma diversidade de tecnologias normalmente associadas a redes de transporte (xDSL, TDM, SDH, ATM e Ethernet). A gestão destas soluções de rede é efectuada pela plataforma AGORA-NG, a qual permite gerir duma forma integrada toda esta variedade de tecnologias, dando uma visão estruturada por *layer network*. A provisão automática de serviços neste tipo de ambientes tem um elevado grau de complexidade, nomeadamente as tarefas de encaminhamento e atribuição de recursos a serviços.

Dado este enquadramento, decidimos que só um componente genérico de encaminhamento multi-tecnologia nos daria a flexibilidade para suportar a evolução das redes Netb@nd, minimizando custos e tempo de desenvolvimento.

A experiência revela-nos também que cada cliente é um caso especial, pelo que o componente deve poder adaptar as decisões à sua topologia da rede. Estas decisões automáticas de encaminhamento, e escolha de recursos, devem também ser permeáveis a regras impostas pelo utilizador, uma vez que muitos dos nossos clientes fazem um pré-planeamento da rede, e exigem que as nossas ferramentas de provisão o respeitem.

Este artigo apresenta nos capítulos seguintes a inovação aplicada na arquitectura e desenho do componente de encaminhamento e atribuição de recursos, actualmente integrado no sistema AGORA-NG.

## 1. Introdução

Actualmente, todas as soluções de rede Netb@and são geridas pela plataforma AGORA-NG, a qual disponibiliza funções de gestão que implementam a provisão automática de serviços de transporte extremo–a–extremo, no seu domínio de actuação.

Estas soluções caracterizam–se pela diversidade tecnológica (xDSL, TDM, SDH, ATM e Ethernet) e pela crescente integração e interdependência entre tecnologias, nomeadamente nos nós de acesso multiserviço.

Neste cenário, a complexidade da provisão automática de serviços, em que um serviço pode utilizar recursos de várias camadas de rede, de diferentes tecnologias, obrigou a evoluir o motor de encaminhamento e atribuição de recursos do AGORA-NG, no sentido de o tornar genérico, com capacidade de encaminhar qualquer tipo de serviço, em qualquer tecnologia de rede gerida. Antes desta evolução, existiam vários componentes de encaminhamento, cada um especializado numa tecnologia em particular.

Na prática, eram mantidos vários componentes, que implementavam os mesmos métodos de negócio, embora em ambientes tecnológicos diferentes. Os custos de desenvolvimento e de suporte eram multiplicados pelo número de tecnologias a suportar e o nível de integração era baixo.

Outro ponto relevante, contemplado no desenho do componente de encaminhamento, foi o de o dotar da capacidade de adaptar o seu processamento a cada rede em particular. A experiência mostra-nos que um algoritmo que tem um bom desempenho na rede de um operador, pode ter um mau desempenho na rede de outro operador, independentemente do número de elementos de rede e de ligações.

A capacidade de adaptação a cenários e tecnologias diferentes foi conseguida passando as decisões para motores de regras. As regras que alimentam estes motores são documentos XML, que definem o comportamento do componente para as diferentes fases do processo (cálculo de caminhos, pesagem dos caminhos e escolha de recursos). Estas regras são guardadas num sistema de ficheiros e podem ser alteradas sem necessidade de desenvolvimento de código, e até mesmo sem necessidade de parar o componente.

Em resumo, o componente de encaminhamento multi-tecnologia dotou o AGORA-NG da flexibilidade necessária para se adaptar à evolução das soluções Netb@nd, minimizando custos e tempo de desenvolvimento.

## 2. Modelo

Para que o componente possa trabalhar sobre qualquer tecnologia de rede, tem que usar um modelo de rede que seja genérico. Optámos pela utilização de um modelo de informação próprio, desenhado para optimizar os processos de cálculo de caminhos e de alocação de recursos.

O modelo escolhido foi uma forma simplificada do modelo do AGORA NG [1], em que a rede foi condensada em três entidades básicas:

> nó;

> ligação;

> recurso.

O nó e a ligação traduzem a rede num grafo de vértices ligados por arestas e esta estrutura é usada para determinar os caminhos entre dois nós. Os recursos são atribuídos às ligações e permitem determinar se uma ligação tem ou não condições de suportar um determinado serviço.

O módulo genérico de encaminhamento actua apenas sobre entidades abstractas, que devem ser realizadas para cada tecnologia, no processo de instanciação da rede.

### 2.1 *Node*

A entidade *Node* representa um ponto de convergência de ligações (*Link*) e meta-ligações (*MetaLink*).

Numa realização concreta, esta entidade pode ser um elemento de rede ou uma subrede [2][3] que tem a capacidade de cruzar tráfego entre os pontos de terminação de ligações. Esta capacidade pode ser realizada num cruzamento numa matriz de comutação de um equipamento, ou na criação de um caminho dentro de uma subrede (por exemplo um anel SDH).

### 2.2 *Link*

A entidade *Link* representa uma ligação entre duas entidades *Node* e tem mapeamento directo nos *links* da rede. Na realidade, é sempre terminado por pontos de terminação (*Port*) de um elemento de rede (*Node*).

O *Link* agrega um conjunto de recursos (*resource*) que podem ser usados pelo caminho. Os recursos livres de um *link* são os recursos que estão livres nos dois portos que terminam o *link*.

### 2.3 *Resource*

Representa um recurso na rede, como um tributário SDH, um VPI/VCI ATM, etc..

### 2.4 *Metalink*

O *MetaLink* representa um conjunto de ligações entre o mesmo par de equipamentos, que, num determinado domínio tecnológico, não devem ser distinguidos no processo de encaminhamento. Um exemplo de agrupamento é o conjunto de todos os *links* VC4 de uma secção de multiplexagem SDH. Numa perspectiva de encaminhamento, o *MetaLink* representa todos os *links* e agrupa todos os seus recursos.

### 2.5 *Port*

Representa um porto físico ou lógico que tem recursos e pode ser usado para terminar entidades *Connection* e *Link*.

### 2.6 *Connection*

A *Connection* representa uma ligação entre dois pontos numa rede. O resultado final do módulo de encaminhamento é uma *Connection* entre as terminações indicadas. Essa *Connection* é composta por Ctps nas suas terminações, e contém outras *Connection* que podem ser cruzamentos num equipamento, ou ligações dentro de outras subredes.

### 2.7 CTP

O Ctp representa a terminação de uma *Connection*. Associa a *Connection* a um recurso dentro de um *Port*.

## 3. Algoritmo

O ponto de partida para o desenvolvimento do nosso algoritmo foi o algoritmo de Dijkstra [4]. Este algoritmo calcula o caminho de custo mínimo entre arestas de um grafo. É um algoritmo bastante simples e com um bom nível de performance. Baseados neste algoritmo, desenvolvemos o nosso, em que o peso de cada aresta não era apenas o custo inerente à entidade em si, mas dependia de todo o contexto que estávamos a analisar.

Além disso, precisámos ter em conta os recursos disponíveis nas entidades que constituem o caminho. Só podemos permitir caminhos que tenham recursos para suportar o tipo de serviço pedido.

O algoritmo de encaminhamento é decomposto em três processos principais: o cálculo de caminhos, a pesagem e a escolha de recursos. A todos estes processos podem ser aplicadas regras específicas que

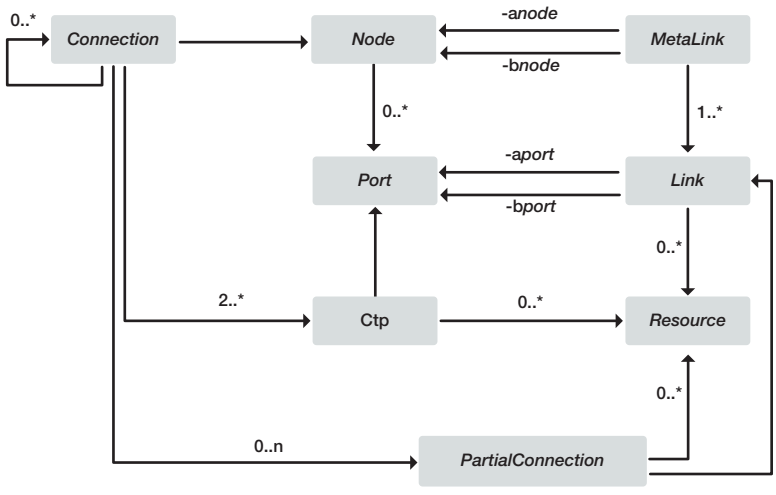



Figura 1 – Modelo de informação encaminhamento genérico

determinam todo o decorrer do processo de encaminhamento. As regras a aplicar estão num ficheiro XML, carregado de um repositório, tendo em conta a tecnologia de rede e o tipo de caminho pretendido.

### 3.1 Cálculo de caminhos

A rede instanciada, a informação das terminações dos caminhos e as regras são passados como parâmetros para o motor genérico onde são calculados, durante a primeira fase, os caminhos (conjuntos ordenados de entidades *Node* e *MetaLink*) que ligam as origens aos destinos. Nesta fase os recursos ainda não são tidos em conta, e por isso os caminhos devolvidos são todos os caminhos existentes. Nesta fase podem ser aplicadas regras que têm por função permitir ou proibir caminhos.

### 3.2 Pesagem

Nesta segunda fase todos os caminhos obtidos na fase de Cálculo de Caminhos são pesados. A cada componente de um caminho (*Node* ou *MetaLink*) é atribuído um peso. O peso final do caminho é a soma do peso de cada um dos seus componentes. Cada entidade considerada tem um peso atribuído previamente, na fase de instanciação da rede. Além desse peso podem ser somados valores atribuídos pela aplicação de regras ao caminho. Por exemplo, isto pode ser útil em casos como o da protecção em redes SDH, em que as regras aplicadas na pesagem do caminho de protecção devem penalizar caminhos que usem a mesma secção de multiplexagem do caminho a proteger.

O resultado final desta fase é uma lista, ordenada por ordem crescente de peso, dos caminhos calculados na primeira fase. Podem não estar todos os caminhos na lista, uma vez que durante o processo de pesagem são excluídos os caminhos que atinjam o peso máximo. Se todos os caminhos forem excluídos, o processo de encaminhamento falha por não existirem caminhos permitidos.

### 3.3 Cálculo de recursos

Na terceira fase são calculados os recursos que suportam o serviço. O cálculo começa por ser feito para o primeiro caminho da lista de caminhos pesados (o que tem menos peso). É nesta fase que são criadas as entidades que dão suporte à *Connection* que será realizada. Os recursos são alocados seguindo o caminho da origem para o destino. O algoritmo de escolha de recursos tem em conta os recursos livres existentes no *metalink* que sucede o *Node*, bem como a capacidade de cruzamento do próprio *Node*. Se o *Node* for um *cross connector* completo, esta capacidade é ilimitada (ou limitada apenas pelo número máximo de cruzamentos), mas nem todos os *Nodes* têm a capacidade de comutar qualquer grupo de recursos à entrada para qualquer grupo de recursos à saída.

Um motor de regras é chamado nesta fase para calcular as combinações de recursos que podem ser escolhidas neste ponto. As regras aplicadas pelo motor devem ter em conta estes aspectos, bem como alguma restrição que possa existir quanto aos recursos de entrada no *Node* seguinte. A regra devolve uma lista de combinações de recursos.

Quando, em alguma das entidades que constituem o caminho, não é possível encontrar todos os recursos necessários ao estabelecimento do circuito, o processo é interrompido. É escolhido o próximo caminho da lista de caminhos pesados e o processo inicia-se novamente. Se a lista de caminhos pesados se esgotar, o processo de encaminhamento falha por falta de recursos.

## 4. Arquitectura do *routing* genérico (com módulos tecnológicos)

Um dos requisitos fundamentais para este componente da plataforma AGORA-NG é disponibilizar uma interface que "fale" no modelo genérico do AGORA-NG, suporte pedidos em massa e seja completamente independente da tecnologia. Esta é a responsabilidade do IF *Manager*, que recebe os pedidos dessa forma, e que depois os separa por tecnologia.

Daí em diante é necessário converter os pedidos para o modelo do componente de encaminhamento, instanciar a rede e decidir que regras são usadas para cada caso. Tudo na arquitectura é independente da tecnologia, tirando o "Motor Específico", que tem como responsabilidade traduzir o pedido e a rede para o modelo do componente de encaminhamento genérico.

O "Motor Genérico" é capaz de fazer o encaminhamento e o cálculo de recursos para qualquer tecnologia de rede. Os pedidos endereçados a este módulo devem conter a informação das terminações e recursos necessários ao serviço. Além disso, é enviada a rede instanciada no modelo do módulo de encaminhamento genérico, e os documentos de regras a aplicar nas três fases do processo.

No "Motor Genérico" são implementadas as três fases do processo de encaminhamento. É calculado o caminho *end-to-end* que satisfaz o serviço, são calculados os recursos e são aplicadas as regras. As regras controlam todo o processo e garantem que as decisões tomadas são coerentes com a tecnologia em questão, o tipo de serviço e as restrições impostas pelo utilizador. Para cada uma das três fases há um motor de regras especializado.

## 5. Motores de regras

As três fases do processo de encaminhamento são completamente genéricas, sem conhecimento de especificidades tecnológicas. No entanto, cada uma delas é configurável com a aplicação de regras. As regras permitem adaptar as decisões tomadas a cada caso concreto. Casos concretos especializam o algoritmo genérico para

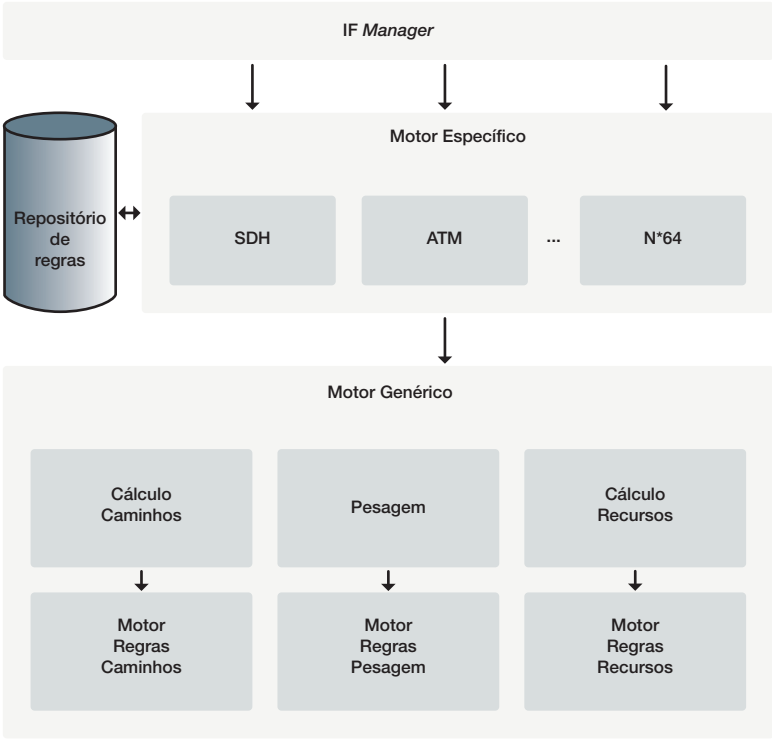



Figura 2 – Arquitectura do componente de encaminhamento

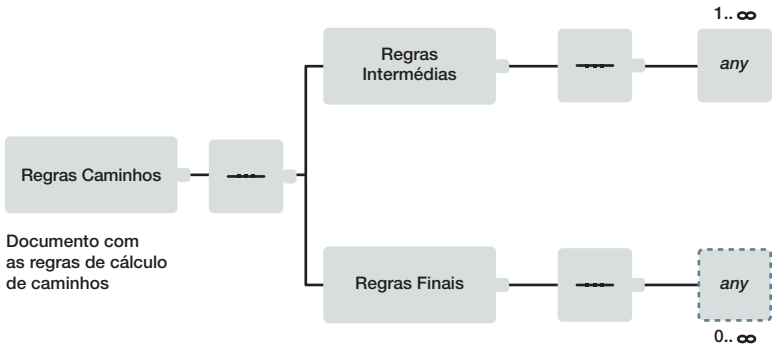



Figura 3 – *Schema* de regras de caminhos

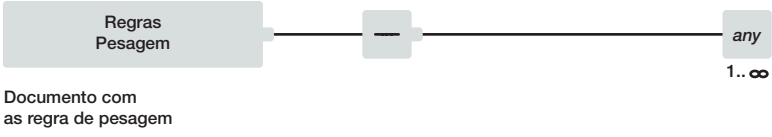



Figura 4 – *Schema* de regras de pesagem

cada tecnologia, e para cada tipo de serviço. São estas regras que sabem como se faz um circuito Nx64, SDH ou ATM, e são elas que sabem, por exemplo, qual a diferença entre um circuito SDH com protecção e um circuito SDH sem protecção e, num circuito SDH com protecção, qual a diferença entre o caminho de *working* e o caminho de *protection*. As regras permitem-nos manter o motor de encaminhamento genérico e moldável a qualquer tipo de serviço, de qualquer tecnologia.

As regras são documentos XML guardados num repositório; os módulos específicos de cada tecnologia são responsáveis por carregar os documentos adequados aos tipo de serviço escolhido. A este documento podem ainda ser acrescentadas regras que o utilizador escolheu, para adaptar as decisões automáticas aos seus objectivos.

Os documentos de regras contêm uma ou mais listas de regras a serem aplicadas de forma sequencial, em determinadas fases do processo. Como mostra a Figura 2 existem três motores de regras, um para cada um dos três processos de encaminhamento. Cada um define o *template* do seu documento de regras.

### 5.1 Cálculo de caminhos

A Figura 3 mostra o *schema* do documento XML de regras de cálculo de caminhos. Existem dois tipos de regras de cálculo de caminhos:

> **regras intermédias:** são aplicadas de cada vez que um novo elemento (*Node* ou *MetaLink*) é adicionado ao caminho;

> **regras finais:** são aplicadas ao caminho depois de ter sido calculado.

Estas regras, tanto as intermédias como as finais, determinam se o caminho é válido ou não. Se uma das regras indica que o caminho é invá-

lido, ele é descartado e já não passa pelos dois processos seguintes. Um caminho só é válido se todas as regras o permitirem.

### 5.2 Pesagem

A Figura 4 mostra o *schema* do documento XML de regras de pesagem. Estas regras são aplicadas, no processo de pesagem, a todos os caminhos calculados e considerados válidos no processo de cálculo de caminhos.

O conjunto de regras de pesagem determina o peso de cada caminho. O resultado do processamento de cada uma das regras é o valor do peso do caminho para a regra. O peso final do caminho é a soma dos pesos atribuídos por todas as regras de pesagem. Além de atribuir peso ao caminho, as regras de pesagem podem ainda proibir caminhos. Se uma regra de pesagem proíbe um caminho, este é imediatamente excluído sem sequer passar pelas regras de pesagem seguintes.

### 5.3 Cálculo de recursos

Depois dos caminhos terem sido pesados e ordenados por peso, é necessário encontrar os recursos capazes de satisfazer o serviço. Encontrar os recursos é decidir como se vão fazer os cruzamentos (*Connection*) nos elementos de rede ao longo do caminho escolhido.

A Figura 5 mostra o *schema* do documento XML de regras de cálculo de recursos. As regras de recursos são aplicadas em cada par *Node-MetaLink* do caminho.

Existem três tipos de regras de cálculo de recursos:

> ***connection:*** determina a forma como a *Connection* no *Node* será criada. Se partilha recursos com outras que já existem, ou se é criada uma *Connection* nova, completamente independente;

> **recursos disponíveis:** para um determinado *MetaLink*, obtém os recursos disponíveis em todos os *links* que o compõem. Só é permitida uma regra deste tipo;

> **restrições:** aplicam restrições à lista de recursos disponíveis. Podem existir várias regras a aplicar restrições.

O resultado da aplicação das regras de recursos deve ser uma *Connection,* criada dentro de um *Node* da rede, e uma lista de recursos possíveis para cada uma das terminações.

Se em alguma das terminações a lista de recursos não tem todos os elementos necessários para satisfazer o serviço, o caminho falha por falta de recursos. O caminho seguinte da lista de caminhos pesados é então considerado para cálculo de recursos. Se, em todos os caminhos pesados, não existe nenhum que tenha passado pelas regras de recursos com recursos suficientes para o serviço, então a rede não tem recursos suficientes e não é possível implementar o serviço.

Com esta abordagem, a maior parte das decisões de validações de caminhos e escolha de recursos é tomada pelas regras. Isto permite não só a flexibilização do componente genérico, como transporta os problemas de desempenho do sistema para a forma como são implementadas as regras.

Desta forma, podemos adaptar o comportamento do processo de encaminhamento ao caso particular de cada rede, distribuíndo as validações pelos três processos, e estreitando ou alargando as possibilidades de encaminhamento consideradas.

Conseguimos assim maximizar o desempenho do componente para cada rede onde é aplicado, e adaptar

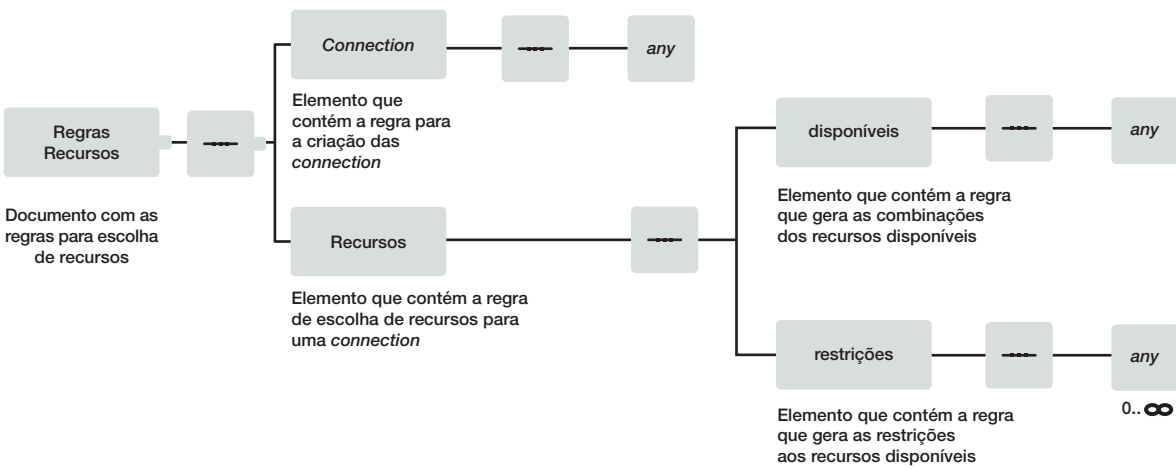



Figura 5 – *Schema* de regras de recursos

o seu comportamento, fazendo-o acompanhar a evolução da própria rede.

Os ficheiros de regras são carregados do sistema de ficheiros para cada pedido que chega ao componente de encaminhamento, portanto é possível mudar o comportamento do componente, com efeito imediato, com tempo de indisponibilidade zero.

As regras são representadas por elementos XML colocados nos documentos de regras. Estes elementos identificam a regra pelo seu nome e transportam alguns parâmetros necessários ao seu processamento. O processamento da regra é implementado numa classe java que deve ter o mesmo nome da regra.

O motor de regras obtém o nome da classe que implementa a regra em *runtime* e instancia-a usando a Java Reflection API [5] . Para isso, todas as regras devem estender uma classe abstracta. Desta forma, a implementação das regras é completamente independente da implementação do motor genérico, não se criando nele dependência de regras.

Este desenho permite fechar o componente genérico, de forma a que, mesmo para dar suporte a uma nova tecnologia ou a um novo tipo de serviço, não é necessário alterar código. Permite também delegar o desenvolvimento de regras e a especialização do componente de encaminhamento, a grupos de trabalho que não precisam conhecer detalhes do componente genérico. Além disso as novas regras podem ser *pluged-in* sem necessidade de actualizações do componente genérico, e mesmo sem tempos de indisponibilidade.

## 6. Impacto para os clientes Net—B@nd

Os clientes Netb@nd são na generalidade operadores de telecomunicações que utilizam as soluções Netb@nd nas suas redes de transporte.

Os processos de provisão de serviços variam de operador para operador, no entanto podemos considerar dois cenários mais usuais:

> atribuição de recursos realizada pelos sistemas EMS;

> atribuição de recursos realizada centralmente pelo sistema OSS.

No primeiro cenário, tipicamente o operador tem um sistema de cadastro de rede centralizado, que utiliza no processo de provisão apenas para atribuir as terminações de rede, deixando para os EMS dos vendedores a atribuição de recursos em cada domínio. Neste caso, o AGORA-NG (EMS PTIN), pode ser utilizado para efectuar a provisão automática dos circuitos onde podem ser impostas algumas restrições, de forma a que os circuitos sejam efectuados conforme o requerido. Após esta fase, o AGORA-NG disponibiliza a informação obtida para sincronização do cadastro de rede central.

No segundo cenário, o operador tem um OSS central que realiza a provisão de recursos extremo–a –extremo.

Neste panorama, o AGORA-NG efectua apenas a activação do serviço na rede, em que o algoritmo de encaminhamento é parametrizado com as restrições necessárias para que a ordem gerada pelo OSS central seja cumprida.

A flexibilidade do componente de encaminhamento permite responder de forma adequada aos dois cenários.

A capacidade de controlar as decisões de encaminhamento através de regras permite operar um processo de encaminhamento automático, em que todas as decisões são tomadas pelo sistema, ou são influenciadas por regras introduzidas pelo operador. Permite também atingir o extremo, em que as regras impostas pelo utilizador, ou sistema externo de provisão, são de tal maneira exaustivas, que tornam o processo de encaminhamento manual.

Além disso, o conjunto de regras de base do componente permite que seja adaptável ao cenário existente e à topologia de rede do cliente em concreto.

O desempenho do algoritmo de encaminhamento pode ser optimizado consoante as necessidades e exigências impostas pelo cliente.

## 7. Conclusão

O novo componente de encaminhamento de serviços dotou a plataforma AGORA-NG de uma ferramenta capaz de encaminhar serviços extremo–a–extremo em redes de transporte multitecnologia, de forma completamente automática, com a possibilidade de permitir ao utilizador influenciar as decisões automáticas, ou de forma totalmente manual.

A separação na arquitectura do componente entre módulos totalmente genéricos e módulos dependentes da tecnologia de rede, permite isolar todo o processo de *core* de encaminhamento, deixando apenas a instanciação da rede e a escolha das regras para os módulos específicos de cada tecnologia.

Mesmo os módulos específicos ficam muito simplificados com o recurso à capacidade de controlar o comportamento do componente genérico através das regras.

Desta forma, o desenvolvimento de *software* é mínimo quando se pretende suportar uma nova tecnologia.

Os resultados obtidos em exploração permitem-nos concluir que o componente de encaminhamento multi-tecnologia dotou o AGORA–NG da flexibilidade necessária para se adaptar à evolução das soluções Netb@nd, garantindo bons níveis de desempenho e de escalabilidade.

A abordagem seguida minimizou os custos e o tempo de desenvolvimento na integração de novas tecnologias de transporte.

**Referência**

[1] "Modelos de Informação para Gestão de Redes de transporte – Aplicação na Gestão de Redes Netb@and", Revista Saber & Fazer Telecomunicações nº4, PT Inovação, 2006.
[2] ITU-T G.805 – Generic Functional Architectures of Transport Networks.
[3] "MTNM – Multi-Technology Network Management Interface", http://www.tmforum.org.
[4] "Dijkstra's Algorithm", http://www.cs.cmu.edu/~crpalmer/sp/.
[5] "The Reflection API", http://java.sun.com/docs/books/tutorial/reflect/TOC.html.

**Catarina Mónica**, licenciou-se em Engenharia Electrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro, em 1999. Em 2000 começou a trabalhar na PT Inovação na área de sistemas de comunicações ópticos. De 2002 até 2004 esteve integrada no grupo de redes ATM pertencentes ao SIR. Desde 2004 trabalha no grupo de gestão de soluções Netb@nd do SIR participando no desenvolvimento de componentes para a aplicação *Provision Pack* da plataforma AGORA-NG.

**Alexandre Laranjeira**, licenciou-se em Engenharia Electrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro, em 2000. Em 2000, começou a trabalhar na PT Inovação, num projecto do IST sobre gestão de redes IP/WDM. Desde 2001 trabalha no grupo de gestão de soluções Netb@nd, sendo actualmente responsável pelo projecto AGORA-NG *Provision Pack*.

**Jorge Gonçalves**, licenciou-se em Engenharia Electrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro, em 1988, e obteve o grau de mestre pela mesma Universidade, em 1997. Em 1988, começou a trabalhar no Centro de Estudos de Telecomunicações, hoje PT Inovação, na área de comutação digital. Desde 1991 tem participado em projectos europeus (RACE, ACTS, IST e Eurescom), em áreas relacionadas com redes ATM, redes de acesso IP e gestão de redes. Em 1999, assumiu a responsabilidade da Unidade Gestão de Redes de Acesso, sendo presentemente o responsável pela Unidade Gestão de Soluções Netb@nd .

02

Arménio Pinto

Dulce Teles

Fernando Bastos

# Os Desafios de QoS no Serviço IPTV

palavras-chave:
IPTV, QoE, QoS

O serviço IPTV experimentou uma rápida maturação nos últimos anos.

Se associarmos a natureza de tempo-real dos conteúdos ao impacto que estes têm no dia-a-dia do cliente, facilmente se conclui que garantir a qualidade do serviço (QoS) é essencial para o seu sucesso.

O objectivo deste artigo consiste em apresentar os desafios de QoS que os operadores têm, e terão de enfrentar, de modo a atingirem o sucesso comercial. Este sucesso comercial só será possível se o serviço disponibilizado tiver uma qualidade igual ou superior aos serviços já disponíveis por outras tecnologias.

## 1. Introdução

O serviço IPTV (*Internet Protocol Television*), ao contrário dos métodos tradicionais de radiodifusão e cabo, disponibiliza os conteúdos televisivos através de tecnologias baseadas em redes IP.

Estas tecnologias experimentaram uma rápida maturação nos últimos anos, em especial a partir de 2006, com a disponibilização comercial do serviço em larga escala um pouco por todo o mundo.

Se associarmos a natureza de tempo-real dos conteúdos ao impacto que estes têm no dia-a-dia do cliente, facilmente se conclui que garantir a qualidade do serviço (QoS) é essencial para que o sucesso seja atingido. Não será um exagero afirmar que, dos serviços domésticos disponibilizados pelos operadores de telecomunicações, este é um dos mais sensíveis.

De facto, se um cliente aceita, e até espera, que a sua ligação de Internet falhe esporadicamente, o mesmo já não se passa com o serviço de televisão – se tal ocorrer com frequência, é natural que se verifique um êxodo de clientes!

O objectivo deste artigo é, assim, apresentar uma breve descrição da arquitectura de suporte ao serviço IPTV e a subsequente análise dos desafios de gestão que os operadores têm e terão de enfrentar, de modo a atingirem o sucesso comercial.

## 2. Arquitectura

A Figura 1 ilustra a arquitectura de rede genérica de suporte ao serviço IPTV.

Os conteúdos IPTV são, tipicamente, de dois tipos:

> **linear:** por exemplo, transmissões de TV;

> **pedido:** por exemplo, *Vídeo On-Demand* (VoD).

Além disso, podem ter como origem um produtor externo ou podem ser produzidos internamente.

O segmento da rede onde os conteúdos são adquiridos, formatados e produzidos, designa-se por *Video Head-End*.

Os conteúdos são, então, transportados ao longo de uma determinada região (que pode ir de um campus universitário a um país inteiro) através de uma rede *core edge*. Esta rede pode ser uma mistura das redes IP do operador (MPLS, ATM, etc.) ou construída especificamente para o efeito.

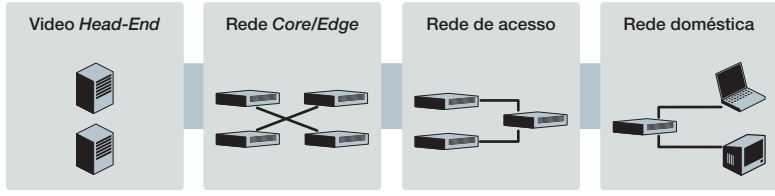



Figura 1 - A arquitectura de rede genérica de suporte ao serviço IPTV

O segmento da rede que, normalmente, se designa por "última milha" consiste na rede de acesso. Esta ligação de banda-larga pode ser implementada através das tradicionais tecnologias DSL (ADSL, VDSL, etc.), rádio, ou, mais recentemente, através de tecnologias de fibra óptica (FTTH – *Fiber-to-the-Home*).

A última etapa consiste na distribuição do conteúdo nas instalações do cliente. As soluções utilizadas para a implementação desta rede são diversas, como é o caso do Ethernet, Powerline, Wi-Fi, etc.

O objectivo consiste em transportar o sinal desde uma *gateway* até uma ou mais *set-top boxes* (STB).

## 3. Objectivos de Gestão da Rede

O árbitro final na avaliação da qualidade de um serviço é sempre o utilizador. No caso do IPTV, esta avaliação é feita de uma forma subjectiva, uma vez que o utilizador não dispõe (tipicamente) de dados quantitativos que o auxiliem.

Sendo assim, tudo se resume à apreciação que este faz da qualidade do vídeo, do som e da utilização – o que se designa por Qualidade da Experiência (QoE).

Mais especificamente, a QoE pode ser medida de três formas:

> subjectiva;

> objectiva;

> indirecta.

Tal como já foi mencionado, a qualidade da experiência é, usualmente, calculada em função de medidas subjectivas de *Mean Opinion Score* (MOS). Como o nome indica, o processo de cálculo baseia-se na média das avaliações de um conjunto de utilizadores, sobre um conjunto de parâmetros. Por exemplo, o valor de MOS-V corresponde à qualidade do vídeo (cor, resolução, artefactos de digitalização, etc.), MOS-A à do áudio (equalização, ruído, etc.), etc.

Uma forma mais objectiva de medir a QoE consiste em usar equipamentos de teste, que medem vários aspectos da qualidade final do sinal (comparando, ou não, com o sinal original). Estão a decorrer trabalhos no grupo VQEG do ITU-T neste sentido, que ainda não estão terminados.

Na forma indirecta, a qualidade do serviço é avaliada na perspectiva da rede, sendo imperceptível para o utilizador, pelo menos directamente. Baseia-se em medidas quantitativas, tais como a largura de banda, atrasos, disponibilidades, etc., obtidas directamente dos elementos de rede ou através de *probes* estrategicamente instaladas.

Como é natural, existe uma relação entre a avaliação de QoS da rede e o impacto que esta tem na avaliação de QoE do serviço. Esta relação é não-linear e depende dos parâmetros em causa. Por exemplo, a dependência de MOS-V em função da perda de pacotes na rede pode ser aproximada pela curva que se apresenta na Figura 2.

Uma falha que ocorra num segmento da rede, desde a aquisição do sinal de vídeo no *Vídeo Head-–End* até à reprodução do mesmo no terminal do utilizador, pode influenciar a QoE.

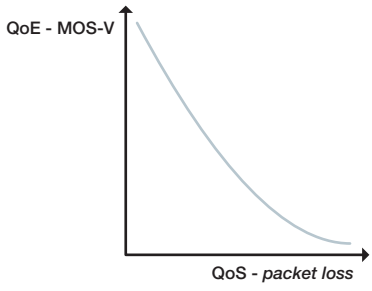



Figura 2 - Exemplo de relação entre QoE e QoS [3]

Sendo assim, é necessário que o operador tenha a capacidade de efectuar uma gestão de QoS *end-to-end*.

É aqui que reside, actualmente, o grande problema para os operadores em termos de gestão dada a variedade de tecnologias, equipamentos e fabricantes envolvidos, não existem ferramentas disponíveis que viabilizem o processo.

Em última análise, o objectivo da gestão da rede IPTV consiste em possibilitar a melhor QoE ao utilizador. Nesse contexto, é essencial que o operador tenha uma capacidade de gestão de QoS *end-to-end*, o que significa ter a capacidade de integrar as diversas gestões de QoS, de cada um dos segmentos da rede, tal como é descrito nas próximas secções.

## 4. Gestão de QoS

### 4.1 Abordagem

O primeiro desafio que se coloca é na formação dos recursos humanos envolvidos na construção e manutenção da rede. De facto, os engenheiros com formação em redes estão mais sensibilizados para parâmetros de QoS de rede e os engenheiros com formação em sinais de vídeo para parâmetros de QoS de vídeo.

Os primeiros podem considerar as medidas da rede satisfatórias, sem saberem o relacionamento entre os pacotes e os sinais de vídeo, e os segundos podem considerar o processo de conversão de vídeo a partir dos pacotes satisfatório, sem terem a noção de problemas que possam estar a ocorrer a montante.

Estamos, assim, perante duas abordagens separadas ao problema – nenhuma delas completa, por si só.

Num operador com várias redes e numa primeira fase, a solução de gestão que geralmente é adoptada consiste em lidar com o problema

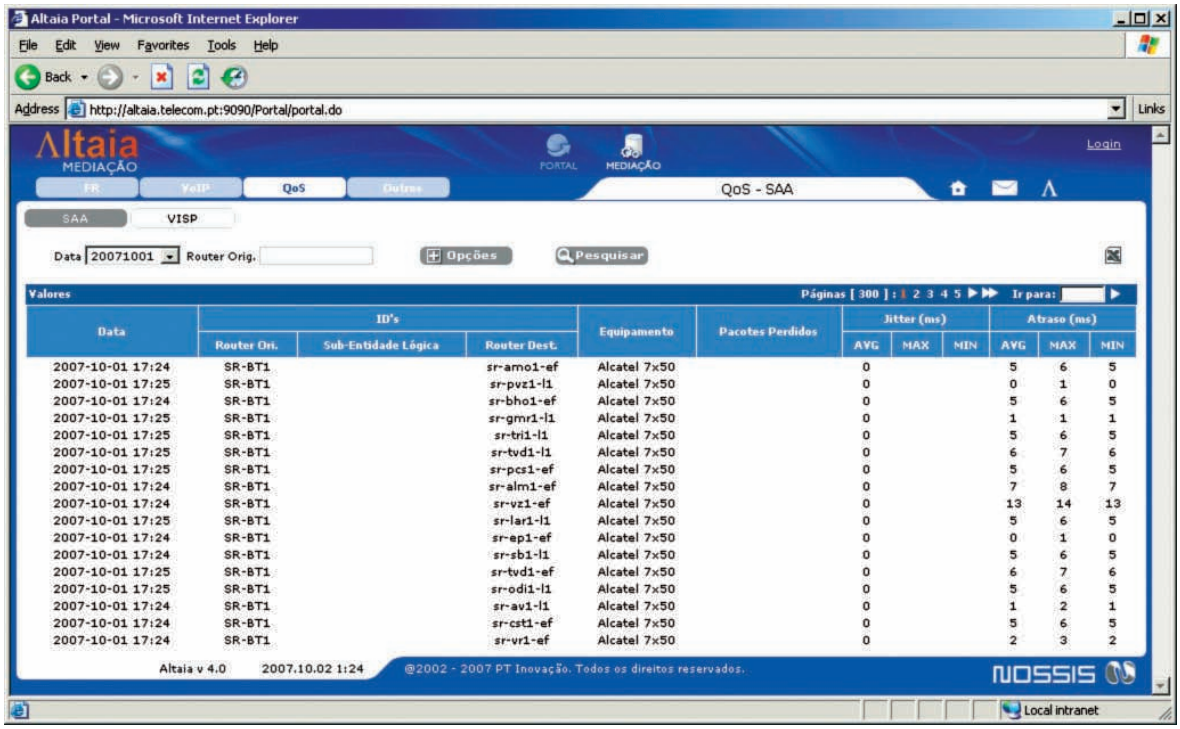



Figura 3 - Análise de parâmetros de rede *Core/Edge* na plataforma Altaia

de uma forma separada, em cada um dos segmentos da rede apresentadas anteriormente – *Vídeo Head-End*, rede *core/edge*, rede de acesso e rede do cliente – apresentando, depois, uma visão de gestão integrada.

Esta fase inicial tem vantagens para o operador, dado que assenta na evolução dos sistemas de gestão em exploração, adaptando-os às novas tecnologias introduzidas. Desta forma, o impacto da implementação de mais um serviço de elevada complexidade é minimizado.

### 4.2 Vídeo *Head-End*

O Vídeo *Head-End* pode consistir numa variedade de codificadores de vídeo profissionais e de servidores de VoD, que produzem *streams* de um ou mais formatos de vídeo, de natureza *unicast* ou *multicast*. É desejável que seja um processo robusto e fiável (em termos de disponibilidade, desempenho dos servidores, etc.), uma vez que um problema que aqui ocorra, propaga-se automaticamente para toda a rede, até ao cliente.

### 4.3 Rede *Core/Edge*

A rede *core/edge* de transporte de um operador é, tipicamente, uma infra-estrutura bem projectada e convenientemente gerida. Por isso, é pouco provável que seja aqui que surjam os problemas mais comuns.

No entanto, quando estes ocorrem, são de natureza grave e tendem a afectar um grande número de clientes (se não todos). Sendo assim, é pertinente identificar os parâmetros de rede mais influentes.

Tendo em consideração que os conteúdos de vídeo são transportados em pacotes IP e que um pacote IP pode transportar diversas *frames* de vídeo, facilmente se conclui que a perda de pacotes é o principal parâmetro a monitorar na rede *core/edge*.

Adicionalmente, como todos os dispositivos de rede contêm *buffers*, então um *jitter* excessivo também pode contribuir para uma perda de pacotes.

A plataforma Altaia, que constitui a solução de gestão de QoS e desempenho da Portugal Telecom Inovação, tem a capacidade de analisar todos estes parâmetros de uma forma integrada (solução em utilização na PT Comunicações).

A Figura 3 apresenta uma captura de ecrã ilustrativa.

Os testes que permitem obter estes parâmetros são efectuados por *probes* estrategicamente colocadas na rede, ou por agentes instalados nos próprios *routers*.

Esta informação pode depois chegar ao sistema de gestão por SNMP, *bulkstats*, etc.

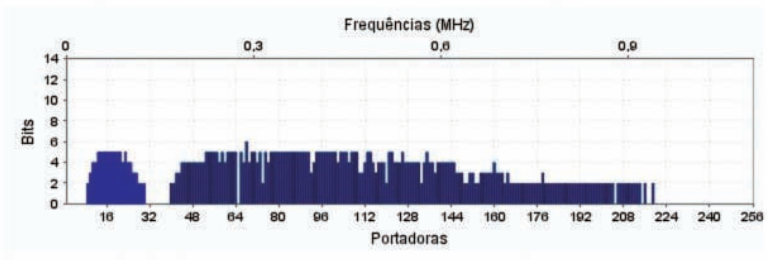
### 4.4 Rede de Acesso

A "última milha" é um dos segmentos da rede que mais desafios apre-

senta aos operadores na disponibilização de qualquer serviço e, em especial, do serviço IPTV.

Em primeiro lugar, é necessário que exista largura de banda suficiente – com um débito mínimo de 3 Mbps por canal televisivo de definição *standard*, e tendo em consideração que o serviço de acesso à Internet partilha os mesmos recursos, concluímos que o débito base aceitável é de 8 Mbps. Se estiverem em causa canais HDTV (alta definição), os débitos são ainda superiores.

Um outro parâmetro importante a ter em conta é a relação sinal-ruído (*Signal-to-Noise Ratio* – SNR) da linha, que pode variar ao longo do tempo (por motivos diversos como a temperatura ambiente, humidade, etc.), influenciando desta forma a estabilidade do débito alocado.




NOTA: clique no gráfico para aumentar/diminuir o seu tamanho.

| RECOLHA ADSL | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Déb. Actual *(Kb/s)* | | Déb. Máximo *(Kb/s)* | | Atenuação *(dB)* | | Mrg Ruído Act. *(dB)* | | Mrg Ruído Obj. *(dB)* | |
| Up | Down | Up | Down | Up | Down | Up | Down | Up | Down |
| 256 | 2.048 | 718 | 5.709 | 25 | 42 | 20 | 26 | 6 | 6 |

| Potência Emissão *(dBm)* | | Latência *(dB)* | | Estado Oper. Porta | Estado Linha | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Up | Down | Up | Down | | Up | Down |
| 11 | 19 | fast | fast | up | unknown | unknown |

| Bastidor | 1 | Sub-Bast. | 1 | Placa | 6 | Porto | 63 | Repartidor | 02/167 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Informação:
Activo(105)

Figura 4 - Análise de parâmetros de rede de acesso na plataforma GEREX

A plataforma GEREX, que constitui a solução de ensaios e diagnóstico para a rede de acesso em operação na PT Comunicações, tem a capacidade de realizar análises de viabilidade através de testes do tipo SELT (*Single Ended Loop Testing*), utilizando para tal equipamentos ModBL da PT Inovação. Além disso, tem ainda a capacidade de efectuar testes eléctricos ao par de cobre que suporta a linha DSL do cliente, bem como recolhas de parâmetros dos DSLAM que permitem aferir se esta tem características eléctricas e ainda de débito, atenuação e ruído adequadas ao serviço IPTV.

A Figura 4 apresenta uma captura de ecrã ilustrativa.

### 4.5 Rede do Cliente

Uma vez que os operadores têm limitações no acesso de gestão à infra-estrutura de rede do cliente, este tem sido o segmento da rede IPTV que mais problemas cria aos operadores. As situações são variadas, tanto na originalidade como na gravidade, indo desde o ruído eléctrico nas soluções *Powerline*, até perdas de pacotes originadas por cabos soltos ou danificados, ou larguras de banda reduzidas devido a obstáculos nas soluções Wi-Fi.

No entanto, tem sido feito um esforço de normalização de procedimentos de gestão adequados por partes de organismos como o DSL Forum. Os equipamentos que suportam a norma TR-069 – *CPE Wan Management Protocol* – disponibilizam um conjunto alargado de parâmetros que permitem aferir o estado do serviço. Infelizmente, até à data, as implementações do protocolo TR-069 são incompletas.

A Figura 5 apresenta uma captura de ecrã da plataforma GEREX da PT Comunicações, ilustrativa de um pedido de diagnóstico a uma STB. Neste exemplo as STBs utilizadas não disponibilizam uma interface TR-069, sendo os pedidos de diagnóstico baseados numa interface proprietária, disponibilizando informação variada como a ocupação de recursos (memória, CPU, etc.), a utilização da rede, etc.

### 5. Gestão de QoS *End-To-End*

Controlada a gestão dos vários segmentos da rede IPTV, é necessário dar o próximo passo: efectuar uma gestão integrada e ter uma visão de QoS *end-to-end*.

Esta fase passa por, em primeiro lugar, efectuar a integração dos sistemas de gestão anteriores numa perspectiva de gestão do serviço – SQM (*Service Quality Management*). Para atingir este objectivo, é necessário caracterizar os serviços que integram as ofertas comerciais do operador e definir as dependências relativamente às infra-estruturas existentes. No fundo, passa por identificar os KQI (*Key Quality Indicators*) e descobrir como estes se relacionam com os KPI (*Key Performance Indicators*).

Por exemplo, um dos parâmetros que maior impacto tem na QoE é a perda de pacotes, que pode ocorrer em qualquer um dos segmentos da rede. O cálculo da perda de pacotes *end-to-end*, o nosso KQI, é efectuado com base nas diversas perdas de pacotes individuais, os nossos

INFO

| MAC Address | OS Version | Boot ROM | Channel | Service ID |
|---|---|---|---|---|
| 00 D0 E0 94 48 0E | Microsoft Windows CE 5.0.1400 | 1.1053 | 1 | ed06c525-0730-42fc-a62f-05cf3e25f8c6 |

| Volume | IsMuted | Last Reboot | Idle (min.) | Blocked | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | DRM | PCON |
| 10 | No | 2007-07-19 18:41:42 | 15 | No | No |

RESOURCE USAGE

| Memory | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Allocated | | | Available | | | Committed Heap Memory |
| Heap | Managed | Physical | Physical | Video | Virtual | |
| 2165252 | 4712536 | 26660864 | 10907648 | 3264100 | 13762560 | 2420805 |

| Drive Present | Disk Size | Disk Usage (%) | CPU Speed |
|---|---|---|---|
| Yes | 79874654208 | 76 | 297 |

NETWORKING

| Ethernet | | | | | IP Adress |
|---|---|---|---|---|---|
| CRC Error Count | Dropped Packets | Traffic In | Traffic Out | Throughput | |
| 0 | 0 | 15561684 | 71921 | 100 | 192.168.1.67 |

| Subnet Mask | Default Gateway | DHCP Lease Time Remaining | DNS Servers |
|---|---|---|---|
| 255.255.255.0 | 192.168.1.254 | 19:41:19 | 192.168.1.254 |

Figura 5 - Pedido de diagnóstico a um STB, na plataforma GEREX

KPI. Um outro exemplo, é o atraso na mudança de canal (KQI), que depende, entre outros KPI, dos atrasos das redes local e de acesso, do atraso no comutador (DSLAM, no caso das tecnologias DSL), etc.

Existem trabalhos de análise a ser efectuados por organismos internacionais que terão de ser tidos em conta para completar este processo de gestão.

## 6. Conclusões

O serviço IPTV, devido às características dos conteúdos e à infra–estrutura de rede envolvida, requer um planeamento cuidado da gestão que deve ser implementada, assim como eficácia na monitoria e análise dos parâmetros de rede e equipamentos. Recolhidos todos os parâmetros necessários, é necessário ter ferramentas de apoio à análise e decisão sobre as condições de funcionamento. Existem produtos com a capacidade de efectuar esta gestão em cada um dos segmentos de rede apresentados, e a PT Inovação possui soluções próprias como são os casos do Altaia e do GEREX.

O próximo passo natural é implementar uma visão integrada da gestão do serviço IPTV, que permita aferir a qualidade do serviço *end-to-end*.


**Referências**

[1] Measuring IPTV QOS", Andy Henry.
[2] "Assuring Quality of Experience for IPTV", Heavy Reading.
[3] "Triple-play Services Quality of Experience (QoE) Requirements", DSL Forum, December 2006.



**Arménio Pinto**, licenciou-se em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2000. Colabora desde essa altura com a Portugal Telecom Inovação no desenvolvimento de sistemas de gestão de desempenho e de suporte às operações de rede. Tem-se dedicado às arquitectura de sistemas e aos mecanismos de comunicação entre os sistemas de gestão e os elementos geridos.

**Dulce Teles**, licenciou-se em Matemática, ramo de Estatística, Investigação Operacional e Computação pela Universidade de Aveiro em 1988. Na PT Inovação desde 1989, integrou o grupo de desenvolvimento do sistema OSCAR para gestão da rede na área da conservação e tráfego e em 1993 o grupo de desenvolvimento de sistemas na área de gestão de redes (TMN-*Telecommunications Management Network*). Em 1994 integrou a equipa de desenvolvimento do sistema GEREX na área de Ensaio de Linhas de Rede, no qual se mantém como responsável de projecto desde alguns anos a esta parte, apesar de algumas interrupções. Os conhecimentos adquiridos na área de gestão de redes têm-lhe permitido participar em acções de consultoria nesta área como sejam a solicitada pela PT Prime em SP-Brasil, em 2001, e pela PT SGPS em Portugal, em 2003.

**Fernando Bastos**, licenciou-se em Engenharia Electrotécnica, pela Universidade de Coimbra em 1984, e MSC em Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2001. Trabalha na PT Inovação desde 1985, e é actualmente responsável pela Unidade Funcional "Plataformas OSS". Coordena as equipas de desenvolvimento dos sistemas Altaia (Sistema de Gestão de QoS e SLA) e Centaur (Sistema de Gestão de Fraude). Tem uma vasta experiência na área de sistemas de gestão, tendo participado em grupos de normalização europeus e em projectos de desenvolvimento nacionais e internacionais.

03

Luís Cortesão

António Rosa
(TMN)

Filipe Martins
(Telbit)

João Plácido

Pedro Carneiro
(Telbit)


# Centaur@TMN


palavras-chave:
CBR, *Data mining*, IMS, Fraude, Telecomunicações


**Avaliação da implementação de uma solução de combate à fraude e perspectivas futuras.**

Será descrito o impacto da introdução na TMN de um sistema de gestão de fraude que foi desenvolvido em parceria com a Telbit e em estreita colaboração com a TMN.

Serão identificados os ganhos de produtividade, a adequação das soluções de concepção propostas à efectividade no combate à fraude expectável e avaliado o impacto no combate à fraude técnica.

Adicionalmente, serão descritas e apresentadas as expectativas da planeada introdução de funcionalidades baseadas na utilização de *Case Based Reasoning* e *data mining*, respectivamente, na análise de casos e optimização de detectores.

São também apresentadas as alterações previstas de forma a adaptar à solução Centaur à realidade decorrente da introdução do IMS.

## 1. Introdução

A fraude em telecomunicações é um fenómeno em constante mutação que assume distintas vertentes (subscrição, técnica, interna, agentes, …) transversais à estrutura do operador. A evolução tecnológica, conjugada com a dinâmica de lançamento de novos produtos e serviços, constitui um factor adicional de preocupação, pela possibilidade de originar novas técnicas de fraude e exigir o tratamento de novas fontes de informação.

Os sistemas de gestão da fraude (SGF) são uma ferramenta essencial para os operadores de telecomunicações porque permitem a análise de uma forma inteligente de grandes volumes de informação e identificar padrões de fraude em tempo quase-real.

As limitações identificadas nas soluções de combate à fraude existentes no mercado resultaram na implementação (uma parceria PT Inovação - Telbit e em colaboração com a TMN) de uma solução mais vocacionada para acompanhar a permanente evolução da tecnologia e da fraude.

## 2. Solução Centaur na TMN

O sistema de gestão de fraude Centaur resulta da conjugação do *know-how* e experiência da PT Inovação na área das telecomunicações com as capacidades de desenvolvimento de *software* da Telbit, em articulação com o conhecimento específico no combate à fraude na TMN.

A clara percepção dos principais constrangimentos no combate à fraude, nomeadamente as impostas por limitações de SGF anteriormente utilizados, resultou na identificação, por parte da TMN, de alguns requisitos relevantes no desenvolvimento da solução Centaur que permitem a extensão e evolução dos mecanismos dos sistemas de gestão de fraude convencionais, nomeadamente:

> integração expedita das diversas fontes de informação e incorporação transparente de diferentes técnicas de detecção;

> flexibilidade dos processos de detecção na adaptação à especificidade de cada cliente ou sistema e aos novos métodos de fraude;

> processos de prioritização multivariável que orientem os analistas de fraude para as situações mais críticas;

> disponibilização centralizada de toda a informação necessária ao processo de investigação;

> sistema de valorização de tráfego

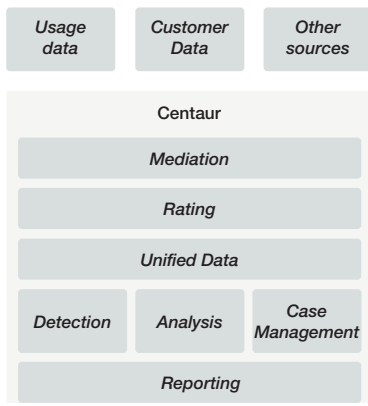



Figura 1 - Arquitectura Funcional Centaur

capaz de replicar a complexidade real dos planos tarifários do operador.

Daqui resulta a solução Centaur instalada na TMN com as seguintes características a destacar:

> processamento em quase tempo real de todo o tráfego (voz, dados, SMS, MMS e *roaming*) TMN relativo às tecnologias 2G, GPRS e 3G;

> carregamento regular de informação de cliente, financeira e comercial associada;

> carregamento de *logs* de plataformas de serviços e de rede do operador na perspectiva de implementar processos de detecção de fraude técnica;

> mecanismos avançados de prioritização que replicam as prioridades dos analistas e gestores de fraude;

> processos de detecção capazes de efectuar o cruzamento das múltiplas fontes de informação disponíveis;

> possibilidade de criação de novos processos de detecção pelos próprios analistas, com recurso a assistentes (*wizards)* simples;

> integração, cruzamento e agregação de todas as fontes de informação relevantes para a análise e investigação;

> gestor de casos configurado de acordo com os processos internos da TMN.

## 3. Avaliação impacto

### 3.1 Ganhos de produtividade

As facilidades permitidas pela solução Centaur instalada na TMN, nomeadamente as opções de cruzamento de informação dos detectores associadas aos referidos processos de prioritização, permitem uma redução significativa do número de falsos alarmes e o enfoque dos analistas nos segmentos de maior risco de impacto financeiro.

Por sua vez, a precisão do motor de tarifação permite reflectir na solução qualquer alteração da estratégia comercial do operador, com a consequente maior fiabilidade dos alarmes apresentados.

Adicionalmente, registou-se uma acentuada redução do tempo despendido na análise de cada alarme, graças à disponibilidade de um vasto leque de informação que anteriormente se encontrava dispersa por diversos sistemas do operador (nomeadamente, informação de cliente, informação financeira, informação de tráfego agregada e informação de CRM), resultando numa maior produtividade global. Na mesma óptica, a utilização de um gestor de casos integrado permite uma maior eficácia e controlo do processo de gestão de fraude.

### 3.2 Fraude de subscrição

O controlo da fraude de subscrição–subscrição de um serviço, recorrendo a meios ilícitos, sem intenção de prestar qualquer pagamento pela utilização correspondente – constitui uma das principais fontes de preocupação no controlo de fraude dos operadores de telecomunicações.

O controlo da fraude de subscrição consiste em identificar precocemente possíveis situações de utilização com intuitos fraudulentos e, desta forma, minimizar as perdas reais do operador. A utilização do Centaur permitiu à TMN implementar processos mais adaptados a esta realidade, nomeadamente:

> segmentação dos alarmes de acordo com as características dos clientes;

> implementação de um conceito de janelas temporais deslizantes que acompanham o comportamento dos novos clientes;

> especialização dos analistas;

> implementação de mecanismos avançados de prioritização que direccionem os analistas para os alarmes com maior risco de impacto financeiro;

> adaptação das interfaces de investigação de acordo com a especificidade da análise a efectuar, nomeadamente agregação de informação e disponibilização de gráficos específicos.

Os resultados da utilização do Centaur nesta fraude específica foram extremamente satisfatórios e permitiram uma considerável redução da perda real (Figura 2) e uma

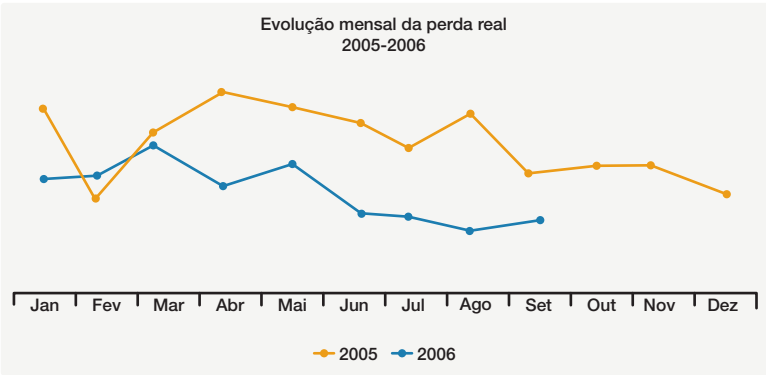



Figura 2 - Perda real em fraude de subscrição

eficiência que se traduziu na libertação para outras tarefas de analistas anteriormente afectos à fraude de subscrição.

Importa também referir que a detecção precoce constitui um desincentivo à fraude, visto que a diminuição de retorno dos fraudulentos os conduz à exploração de outros operadores com sistemas menos eficazes.

### 3.3 Combate à fraude técnica

A evolução da tecnologia, e em particular dos serviços prestados pelos operadores de telecomunicações móveis, traduz-se numa mudança de paradigma no funcionamento e responsabilidade da função de controlo e prevenção de fraude tradicional.

Situações aparentemente remotas como o SPAM, vírus e *spyware* são realidades emergentes, com custos em termos de perdas financeiras, disrupção de serviços, danos de imagem perante o cliente e eventual *churn*.

De seguida, e a título de exemplo, vamos detalhar a implementação e os impactos de duas situações - SPAM de SMS e ataques a plataformas.

No caso do SPAM de SMS estamos perante uma realidade em que os SMS-C de diversos parceiros de *roaming* são vulneráveis a ataques por manipulação da sinalização #7.

Desta forma, surge a possibilidade de envio de SPAM a partir dessas redes com conteúdo publicitário ou até mesmo a introdução de esquemas fraudulentos de engenharia social que induzam os clientes a efectuar chamadas/SMS/MMS para números de valor acrescentado.

Por sua vez, numa realidade em que algumas plataformas do operador se encontrem acessíveis a partir do exterior, sendo a comunicação suportada em SS#7 e IP, as redes do operador ficam expostas a ataques de *hackers* (a sua motivação é demonstrar que os sistemas de segurança de um grande operador são falíveis) e *crackers* (pretendem retirar benefícios financeiros da sua actividade). Dependendo do tipo de plataforma, poderá verificar-se a indisponibilidade de serviços, ou da violação dos mecanismos de autenticação e consequentes utilizações gratuitas.

As duas situações ilustradas originam a perda de receita e o prejuízo da experiência de utilização do cliente, a que acresce a imagem de ineficiência e insegurança (amplificada pela cobertura dos média) com o consequente aumento do *churn*.

As características do Centaur, nomeadamente a flexibilidade na incorporação de novas fontes de informação, assim como a utilização de distintas técnicas de detecção (por ex: regras configuráveis e variações de padrão), tornam-no uma peça chave para o processo de combate à fraude técnica.

A utilização do Centaur no combate à fraude técnica na TMN tem por base:

> recolha sistemática de informação de tráfego e *logs* de plataformas;

> criação de repositórios de informação agregada que permitam caracterizar perfis de utilização (tráfego e plataformas), com diversas granularidades: cartão, conta, NIF, país, plataforma, etc.;

> utilização de diferentes técnicas de detecção para identificação de padrões de utilização anómalos.

Como principais resultados desta implementação podem destacar-se:

> o grande controlo do tráfego e de actividade nas plataformas;

> a efectiva detecção de SPAM por SMS;

> a detecção de venda de chamadas (nacional e *roaming*);

> a detecção de novos destinos de PRS (baseados em *hijacking* de numeração internacional).

### 4. Evoluções

A utilização do Centaur permitiu identificar alguns aspectos passíveis de melhoria, nomeadamente:

> o carácter dinâmico e evolutivo da fraude resulta na necessidade de, regularmente, serem avaliadas, ajustadas e/ou eliminadas as regras e limiares em utilização nos processos de detecção baseados em regras; trata-se de um processo crítico para a qualidade do processo de detecção e de complexidade acrescida à medida que se vai alargando o âmbito do combate à fraude e, consequentemente, aumentando o nº de regras e limiares em utilização;

> o aumento do âmbito das fraudes resulta num volume crescente de alarmes para analisar e consequente redução do tempo médio de análise, a que acresce a necessidade de permanentemente adaptar e/ou incorporar processos de investigação para acompanhar o carácter dinâmico e evolutivo da fraude.

A implementação de processos de análise inteligente da informação registada nos casos (normalmente utilizada exclusivamente para *reporting*) permite responder aos problemas identificados e suportar processos avançados para a manutenção de regras e limiares, assim como para automatizar e/ou apoiar o processo de investigação de alarmes.

Neste momento, em parceria com elementos do DEI-FCTUC (Departamento de Engenharia Informática

da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra), estão em desenvolvimento soluções baseadas em *data mining* para a manutenção de regras e limiares, em paralelo com a utilização de técnicas de CBR para implementação de processos avançados no suporte ao processo de investigação e/ou análise automática de alarmes.

## 5. Adaptação ao IMS

Na migração das redes de telecomunicações para tecnologia IP, a arquitectura IMS (*IP Multimedia Subsystem*) assume actualmente um papel crucial. O IMS consiste num conjunto de normas definido pelo 3GPP e acolhido por outros organismos de normalização na área das redes de próxima geração e convergência fixo/móvel, como o ETSI TISPAN (*Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking*).

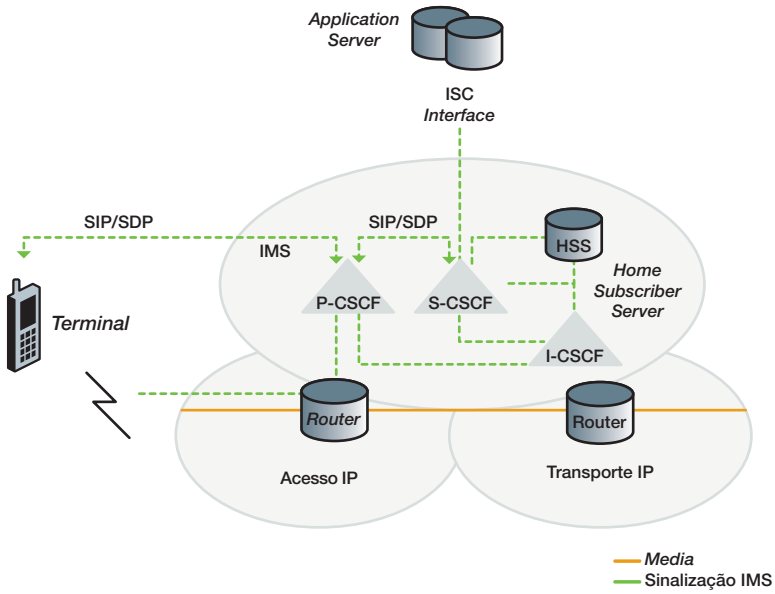



Figura 3 - Arquitectura IMS

O IMS (Figura 3) define uma arquitectura genérica para serviços multimédia. Baseado em protocolos da família IP, como SIP, SDP e Diameter, permite a criação e fornecimento flexíveis de serviços com múltiplos média (voz, vídeo, dados, mensagens) a diferentes tipos de terminal sobre qualquer tipo de rede de acesso IP.

Esta nova realidade levanta novos desafios no combate à fraude que se devem avaliar antecipadamente, de forma a permitir a disponibilização de evoluções do Centaur preparadas para esta nova envolvente tecnológica.

Neste momento em equação algumas linhas de abordagem de que destacamos (por mais maduras e consolidadas) a validação da identidade de acordo com perfis de fraude e a adaptação dos mecanismos de recolha de tráfego.

Assim, ao nível do HSS (*Home Subscriber Server*), está a ser preparada a implementação de mecanismos de controlo e validação de identidade adicionais que ponderarão a autorização de utilização dos serviços de acordo com perfis de risco de fraude mantidos e actualizados pelo Centaur, na perspectiva de limitar o risco de disponibilização de serviços com impacto financeiro consideráveis para o operador.

Por sua vez, e considerando a arquitectura de *charging* 3GPP (Figura 4), os mecanismos de recolha de tráfego serão adaptados com base nas

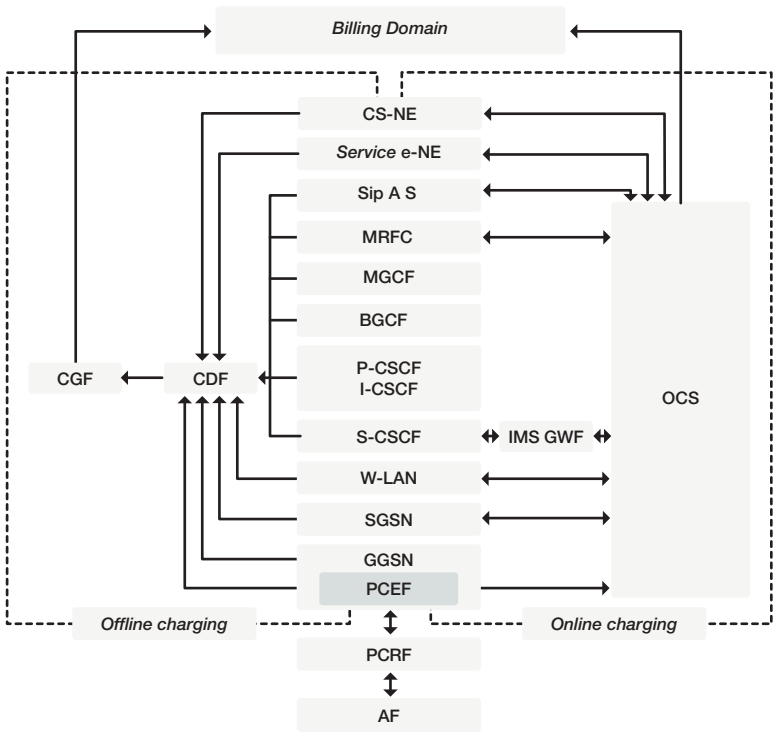



Figura 4 - Arquitectura *charging* 3GPP

duas realidades de *charging* previstas. Assim existirá um ponto de recolha no CDF (gera CDR e entrega para *billing*) que recebe informação dos elementos de rede para *charging offline*. Em *online charging*, o tráfego será recolhido no IMS-GWF, que confere ao *core* IMS capacidades de tarifação em tempo real utilizando o *Online Charging System* (NGIN), bem como no MRFC (*Media Resource Function Controller*) e servidores aplicacionais específicos interligados com o OCS.

Adicionalmente, a nova realidade das redes de próxima geração, sugere um novo âmbito de detecção e combate à fraude que se prende com as ameaças SPIT (*SPam over Internet Telephony*), tanto ao nível da sinalização SIP como do média.

O papel da plataforma Centaur neste campo irá passar pela integração com os elementos de controlo das fronteiras da rede IMS (vulgo *Session Border Controllers*, incluindo os elementos P-CSCF, IBCF, BGF).

## 6. Conclusões

Os resultados apresentados revelam que a introdução da solução Centaur no processo de combate à fraude da TMN permitiu um claro aumento de efectividade no combate à fraude de subscrição, ao permitir um enfoque nas situações passíveis de maior risco financeiro, a que acresce uma eficácia nos processos que permitiu reduzir a equipa afecta a este tipo particular de fraude.

Paralelamente, a adaptabilidade do Centaur para o combate a fraudes emergentes e com tendência de crescimento – fraude técnica –, permite à TMN posicionar-se para antecipar e limitar o impacto de situações de onde poderiam advir importantes perdas financeiras e danos de imagem.

Mantém-se um esforço de investigação e desenvolvimento em áreas que podem permitir aumentar a capacidade do Centaur suportar o combate à fraude, nomeadamente com a incorporação de técnicas de inteligência artificial – *data mining* e CBR – na evolução das capacidades da solução.

A integração do Centaur com os sistemas IMS e NGIN permite um controlo ainda mais apertado sobre as actividades dos utilizadores, dado que, logo ao nível da invocação do serviço, passa a ser possível efectuar validações adicionais com recurso ao sistema de gestão de fraude.

**Referências**


[1] Fraud 101, Techniques and Strategies for Detection; John Wiley & Sons; 2005.
[2] Fraud Management Systems in Telecommunications: a practical approach (revised), ICT 2005, Maio 2005.
[3] Sistemas de Gestão de Fraude em Telecomunicações, Saber & Fazer nº 2, Dezembro 2004.
[4] Sistema de Gestão de Fraude Centaur, Saber & Fazer nº 2, Dezembro 2004.
[5] http://www.3gpp.org/.
[6] http://en.wikipedia.org/wiki/IP_Multimedia_Subsystem/.



**Luis Cortesão**, licenciatura em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra. Como colaborador do CET e posteriormente da PT Inovação, desenvolveu trabalho nas áreas de sistemas de informação geográfica, usabilidade, gestão de competências e gestão do conhecimento. Actualmente, responsável pelo desenvolvimento de sistemas de gestão de fraude e de soluções de *Revenue Assurance*.

**António Rosa**, licenciou-se em Engenharia Electrotécnica pela FEUP. Inicia a sua carreira profissional como monitor na Universidade do Minho e posteriormente como assistente no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Em 2001, ingressa na TMN na área de inovação onde colabora no *rollout* das tecnologias GPRS e 3G. Actualmente é responsável pelo departamento de fraude e *revenue assurance*.

**Filipe Martins**, licenciou-se em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho. Como colaborador da PT Inovação, e posteriormente da Telbit esteve integrado em diversos projectos de *Data-Warehousing*, Sistemas de Gestão de Fraude e mais recentemente de *Revenue Assurance*. Actualmente, responsável pela Unidade de Telecomunicações da Telbit - Tecnologias de Informação, Lda.

**João Filipe Plácido**, licenciou-se em Engenharia Electrotécnica, ramo de Telecomunicações, pela Universidade de Coimbra, em 2001, e pós-graduou-se em Comunicações Móveis e em Redes de Comunicação na Universidade de Aveiro. Em 2002, ingressou na PT Inovação, Aveiro, Direcção de Serviços e Redes Móveis, unidade de Internet Móvel e Convergência. Desde 2004, tem estado envolvido no desenvolvimento de soluções para core NGN/IMS no âmbito da iniciativa Sh*ip*net® (*Service Handling on IP Networks*) da PT Inovação. Actualmente está a trabalhar na construção de uma rede *all*-IP NGN/IMS em Aveiro – projecto SALINA (*Setting an All IP Network in* Aveiro).

**Pedro Carneiro**, discente da licenciatura em Engenharia Informática e de Computação da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Actualmente, efectua estágio em Sistemas de Gestão de Fraude na Unidade de Telecomunicações da Telbit - Tecnologias de Informação, Lda.

01

Luís Cardoso

Maurício Cancela

# Minerva
# Desafios de Colaboração em Projectos de Grande Porte

palavras-chave:
Gestão de requisitos, Gestão de versões e configurações, Meta-informação, Minerva, Processo de desenvolvimento de *software*, Projecto Apolo, Projecto InVivo

Um dos aspectos chave no processo de desenvolvimento de soluções complexas e abrangentes, assenta na capacidade de garantir uma efectiva comunicação entre as diversas equipas envolvidas, quer pelo fornecedor quer pelo cliente. Este aspecto assume proporções ainda mais relevantes quando as equipas se encontram em localizações geograficamente dispersas.

Dependendo da complexidade do projecto, muitas vezes a dificuldade de comunicação se estende, ultrapassando fronteiras entre o cliente e os diversos fornecedores. São inúmeros *stakeholders* envolvidos em cada nova entrega, desde a análise de viabilidade até à operação e suporte do que é entregue, passando pela especificação de requisitos, gestão de versões de *software*, testes, implantações, parametrizações, entre outras etapas e processos muitas vezes não triviais.

Para dar resposta a estas necessidades, que se fizeram sentir de sobremaneira no projecto de unificação das plataformas de pré-pago da Vivo, os processos de trabalho tiveram que ser redesenhados em conjunto entre a operadora e a PT Inovação. Para apoiar este trabalho, uma ferramenta flexível e de fácil adaptação, denominada Minerva, foi desenvolvida e utilizada.

Esta ferramenta permitiu suportar a gestão de diversos processos de trabalho associados ao desenvolvimento de sistemas, nomeadamente a gestão de requisitos e a gestão de versões e configurações, melhorando a interacção entre as várias equipas envolvidas, do cliente e da PT Inovação.

Este artigo pretende descrever este caso de sucesso e as principais dificuldades encontradas no decorrer deste processo, demonstrando que o factor crítico de sucesso neste tipo de projecto não está na ferramenta adoptada, mas sim, na importância de existirem processos simples, integrados e, principalmente, flexíveis, onde cada *stakeholder* envolvido contribua com aspectos da sua responsabilidade podendo inclusivamente realimentar/redefinir o processo de forma dinâmica.

## 1. Introdução

Após mais de dois anos de muito esforço e diversos profissionais envolvidos, foi concluída, em Abril de 2007, a última de uma série de migrações efectuadas no âmbito do projecto Apolo, responsável pela unificação nacional de todos os clientes pré-pagos, pós-pagos de dados e corporativos da maior operadora móvel do hemisfério sul do planeta, a Vivo.

Durante o decorrer deste projecto foram produzidos mais de 700 documentos de requisitos e realizadas mais de 500 entregas de *software* e customizações para suportar as instalações das novas *releases*, conhecidas como *drops*, além das migrações de clientes das regionais, que ainda funcionavam com sistemas legados.

Para viabilizar este projecto, foi criada uma equipa da PT Inovação que, em determinados momentos, chegou a ser composta por mais de 150 profissionais de três regiões geográficas distintas: São Paulo – Brasil, Aveiro – Portugal, Porto – Portugal. Do lado da PT Inovação, o projecto denominou-se de *InVivo*.

A maioria das tarefas que foram executadas implicava o envolvimento de várias equipas dentro do projecto, colocando-se aqui a dificuldade de garantir a sequência adequada do trabalho destas equipas, a fim de garantir o cumprimento de cada tarefa com agilidade e eficácia.

Do lado do cliente Vivo, aos cerca de 150 elementos da equipa do projecto Apolo ainda se contabilizava a contribuição de pessoas das várias áreas de negócio desta operadora, distribuídas geograficamente por diversos estados do Brasil, e que contribuíam obrigatoriamente no processo de discussão e aprovação de requisitos.

Garantir o sincronismo da informação a ser partilhada de forma rápida e eficiente entre as mais de 300 pessoas envolvidas não seria uma tarefa simples. Por outro lado, este elevado número de pessoas implicava uma grande diversidade de hábitos de trabalho que careciam de alguma uniformização, pois apresentava-se como um factor de risco ao cumprimento dos prazos do projecto.

A complexidade que envolvia a uniformização de seis regionais, cada uma delas com vários sistemas diferentes, acrescentava ao projecto uma dificuldade adicional à que já era esperada para um projecto com a participação de tantas pessoas.

Perante os desafios apresentados acima, uma das tarefas iniciais do projecto foi a definição de alguns processos de trabalho.

Neste momento, uma especial atenção foi dedicada para as tarefas que tinham de ser efectuadas a quatro mãos, envolvendo a PT Inovação e o cliente Vivo, como é, por exemplo, o caso do processo de especificação de requisitos.

Garantir o controlo manual deste processo implicaria a existência de uma entidade coordenadora que teria de obter informação das diversas equipas envolvidas, de forma a perceber, a cada instante, em que pon-

to estava o trabalho em curso.

Para além de ser um trabalho que não acrescenta directamente valor ao resultado da tarefa, trata-se de algo bastante complexo de efectuar num projecto desta dimensão, principalmente em processos que implicam o envolvimento de muitas equipas diferentes.

Com isto, percebeu-se no início do projecto que este processo só seria viável através da utilização de uma ferramenta que permitisse a sua automatização.

A automatização do processo permitiria que o seu controlo passasse a estar com as pessoas que executam as diversas fases do processo, e que são efectivamente os "donos" da informação que é necessário disponibilizar em cada fase. A automatização do processo permitiria ainda que a informação gerada em cada etapa fosse disponibilizada a todos os interessados, assegurando assim a partilha da mesma informação entre todas as pessoas.

Mais tarde foi também incorporado na ferramenta o processo de gestão de versões e configurações, que permitia a gestão das entregas de *software* e alterações efectuadas sobre o sistema.

Os processos foram sendo aperfeiçoados durante o decorrer do projecto inVivo.

A definição clara de processos automatizados foi um factor crítico de sucesso para a integração das diversas equipas envolvidas, tanto na Vivo quanto na PT Inovação.

## 2. Abordagem técnica – Minerva

De seguida são descritos os principais detalhes sobre a ferramenta Minerva, que foi construída e utilizada no projecto inVivo com o objectivo de uniformizar e automatizar os processos de gestão de requisitos e gestão de versões e configurações.

### 2.1 Enquadramento

Com a grande quantidade de interlocutores e equipas com necessidades e interesses distintos, apenas uma certeza:

> os processos precisavam de ser simples;

> flexíveis e facilmente adaptáveis às mudanças constantes.

Além disto, o esforço de se conseguir uma informação de confiança sobre a situação actual, em cada fase do projecto, deveria ser muito reduzido.

### 2.2 Requisitos

Neste sentido, optou-se por criar uma ferramenta baseada em meta–informação composta por cinco características básicas e principais:

> toda a informação deveria estar associada a um *workflow*, com uma máquina de estados flexível, configurada e diferenciada por tipo de processo;

> cada tipo de processo deveria ter um controlo de permissão de acesso flexível, diferenciável por estado do w*orkflow;*

> deveria ser possível incluir/excluir facilmente novas informações e controles sobre cada processo na medida da necessidade;

> deveria ser possível rastrear as alterações efectuadas no sistema;

> toda e qualquer informação, desde que devidamente permitida, deveria poder ser acedida de forma remota.

### 2.3 Solução proposta

A seguir são descritas algumas das características desta ferramenta.

#### 2.3.1. Meta-informação

Para facilitar as alterações sobre os processos geridos na ferramenta, as mesmas deveriam ser realizadas sem intervenções nem paragens do sistema, através de tela e por um utilizador que tivesse permissões de administração.

Por isto, a informação sobre os processos geridos na ferramenta deveriam estar armazenados através de meta-informação, ou seja, em registos e não em tabelas do sistema.

Desta forma, incluir ou remover um campo num determinado processo tratava-se apenas de inserir ou remover um registo numa tabela de meta-informação.

##### 2.3.1.1. Entidades / Processos

Para gerir a meta-informação sobre os processos geridos na ferramenta utilizaram-se basicamente três tabelas principais:

> **ENTITY_TYPE:** armazena as entidades / processos que se pretende gerir (ex. pedidos de cliente, especificações técnicas, pacotes de *sotfware*, pedidos de instalação, etc). Na Figura 1 encontra-se um exemplo da tela onde é possível inserir e/ou remover novas entidades/processos a serem geridos no sistema;

> **PROPERTY:** armazena a meta–informação sobre cada propriedade existente no sistema (exemplos de propriedades: código_cliente, descrição, data_revisão, data_entrega_prevista, etc.). Cada propriedade tem um tipo associado;

> **PROPERTY_TYPE:** define o domínio de tipos de propriedade possível na ferramenta. Além disto, define o local onde a informação das propriedades de cada instância das entidades será armazenada.

Foram implementados quinze tipos de propriedades ao todo:

> *NUMBER;*

> *TEXT;*

> *DATE;*

> *MEMO;*

> *FILE;*

> *IMAGE;*

> *YES/NO;*

> *ENTITY;*

> *PROJECT;*

> *USER;*

> *GROUP;*

> *HYPERLINK;*

> CODIGO;

> *PSEUDOHYPERLINK;*

>*EXTERNAL_ENTITY.*

Na Figura 2 encontra-se um resumo do modelo de dados a respeito das entidades/processos a serem geridos na ferramenta.

### 2.3.1.2. Relatórios

Para tornar flexível a extracção de informação, disponibilizou-se uma forma de permitir, ao utilizador que tenha permissão adequada, elaborar uma *query sql* para extracção de informação.

Existem quatro tipos de relatórios:

> *LIST;*

> *CALENDAR;*

> CHART;

> BI.

Nas Figuras 3, 4, 5 os exemplos dos três tipos de relatórios:

> lista;

> calendário;

> gráfico.

### 2.3.1.3. Máquina de Estados

Para gerir a meta-informação sobre as máquinas de estados foram utili-

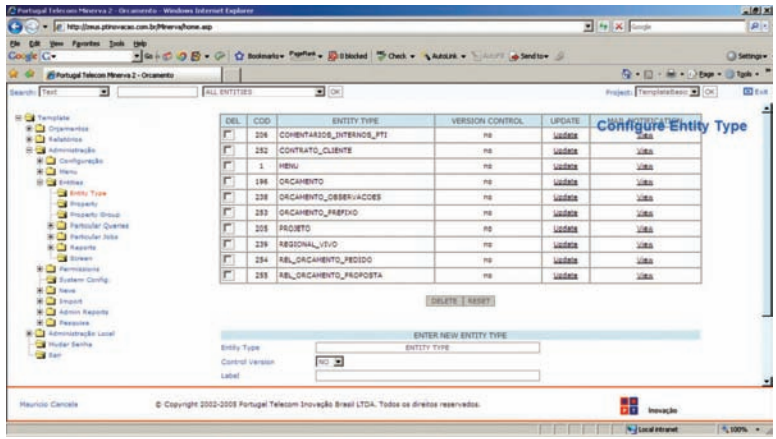



Figura 1 – *Entity Types*

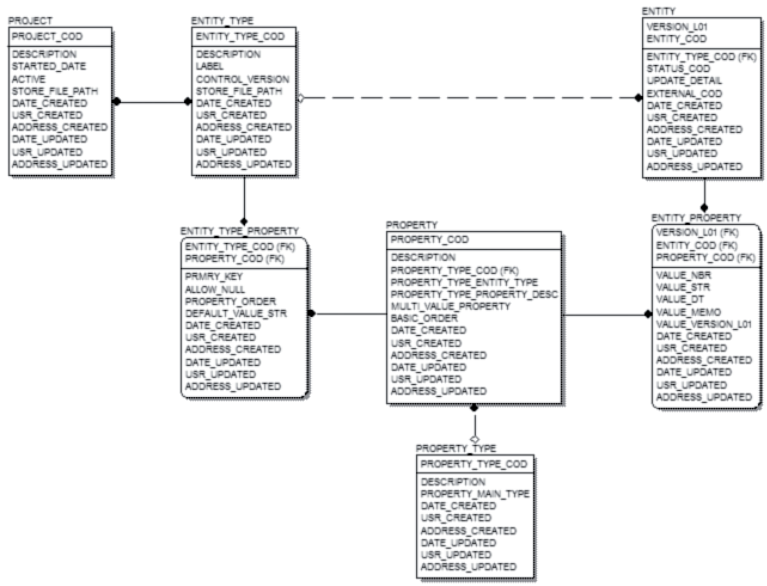



Figura 2 – *MER Entity*

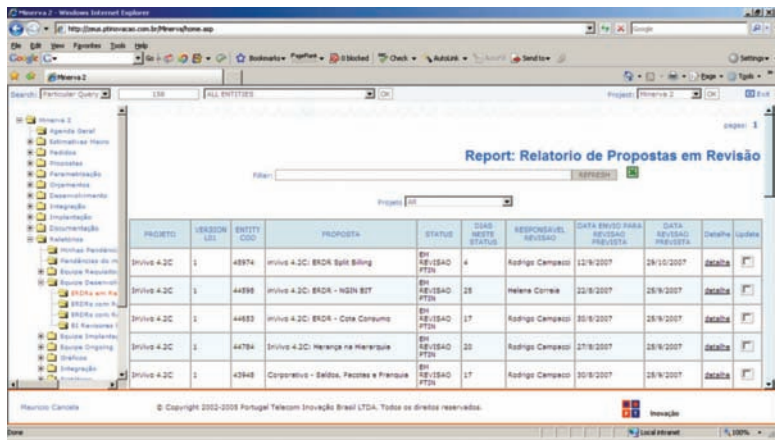



Figura 3 – Particular *Query List*

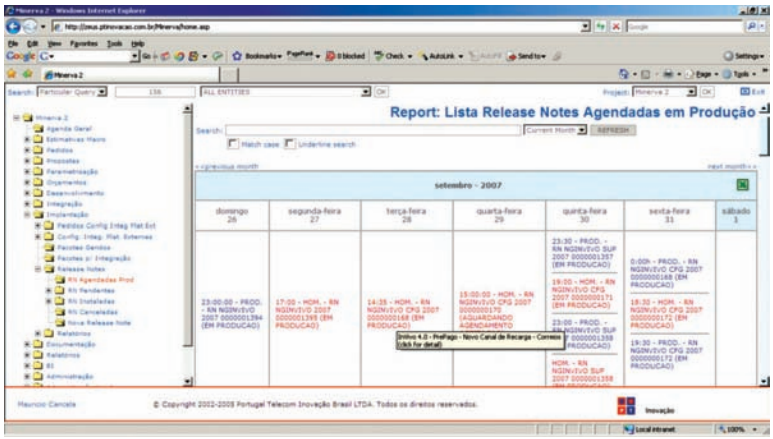



Figura 4 – Particular *Query Calendar*

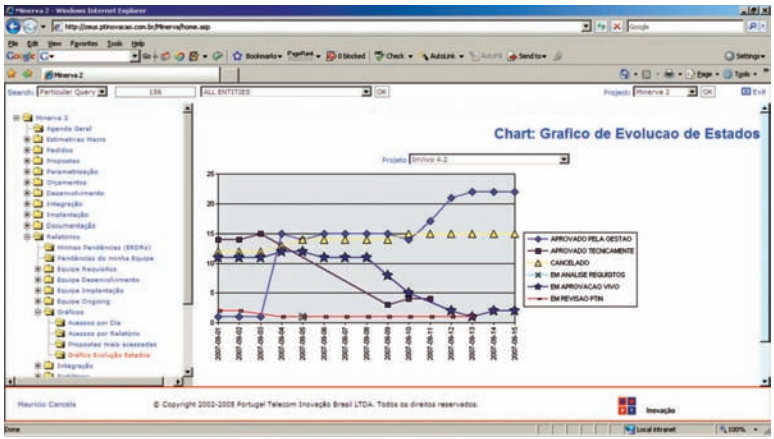



Figura 5 – Particular *Query Chart*

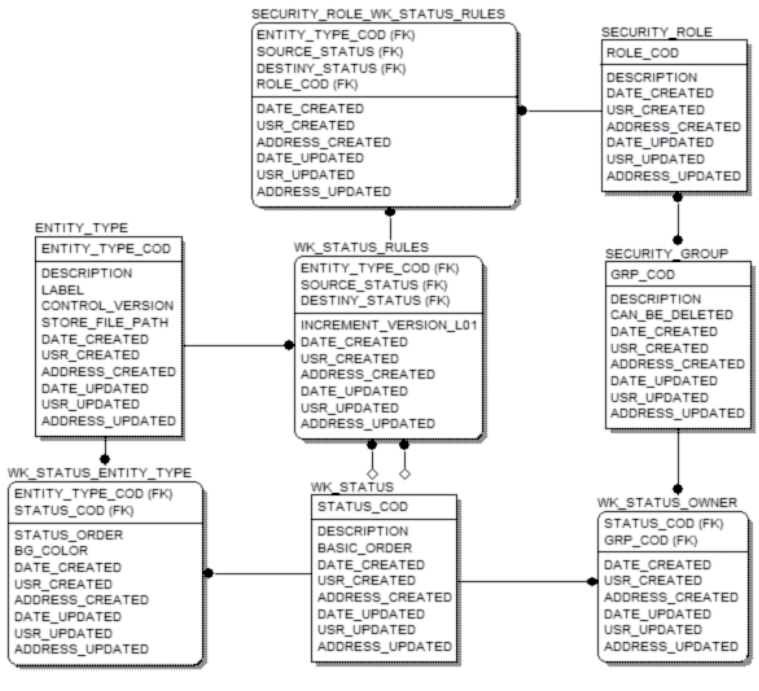



Figura 6 – MER *Workflow*

zadas duas tabelas principais:

> **WK_STATUS:** contém todo o domínio de estados geridos na ferramenta;

> **WK_STATUS_RULES:** contém as mudanças de estados possíveis para um determinado tipo de entidade.

Numa determinada mudança de estado é possível definir um ou mais grupos que deveriam ser notificados por e-mail dessa mudança (ex. ao alterar o estado de uma especificação técnica de "aprovado" para "reaberto", o grupo "testes" deve ser notificado por e-mail).

Na Figura 6, encontra-se um resumo do modelo de dados relativo à meta-informação sobre os *workflows* suportados pela ferramenta.

### 2.3.1.4. Gestão de Permissões / Controlo de Acesso

Como a ferramenta deveria ser genérica, facilmente adaptável para cada tipo de processo que fosse gerido, o controlo de acesso deveria também ser bastante flexível. Neste sentido, implementaram-se dois conceitos principais, comuns em qualquer sistema moderno:

> ***GROUP*:** define um conjunto de utilizadores;

> ***ROLE*:** define um conjunto de permissões.

Um determinado grupo pode conter uma ou mais *roles* e uma determinada *role* pode estar associada a um ou mais grupos. Além disto, tanto a criação de grupos como a de *roles* é possível através de telas da ferramenta. Existem quatro tipos de objectos que possuem controlo de acesso no sistema, ou seja, podem ser associados às *roles*.

#### 2.3.1.4.1. *TAG*

Trata-se de código específico para

acesso a um componente ou uma página. O domínio de *TAG* existentes, apesar de armazenado na ferramenta, é incrementado com a evolução do *framework* do Minerva, ou seja, um desenvolvente quando necessita controlar o acesso de um determinado novo componente e/ou tela cadastra um novo código e utiliza-o numa função já disponível no sistema (ex. IsPermitted (<cod_tag>, <função>)).

Para cada *TAG* existente é definido o conjunto de funções possíveis de se controlar. Até ao momento, o domínio de funções para as *TAG* contém apenas cinco funções:

> *ADMINISTRATE;*

> *DELETE*;

> *INSERT*;

> *UPDATE*;

> *VIEW*.

Também foi implementada uma hierarquia no âmbito das funções associadas a uma *TAG*. Por exemplo, a função *IsPermitted* para a função *VIEW*, retorna *TRUE* caso o utilizador só possua a função de *INSERT*, por exemplo.

Abaixo estão alguns exemplos de *TAG* disponíveis na ferramenta:

> *Current User Password*;

> *Entity Confidentiality*;

> *Entity Type Administration*;

> *Local User Administration*;

> *Mail Notification*;

> Menu *Configuration*;

> Menu *Role Configuration*;

> *Particular Queries*;

> *Property Administration*;

> *Report Administration*;

> *Role Administration*;

> *Status Administration*;

> *System Reports*;

> *User Administration.*

Na Figura 7 encontra-se um resumo do modelo de dados relativo à gestão do controlo de acessos associado às *TAG* na ferramenta.

#### 2.3.1.4.2. ENTITY_TYPES

Para cada nova entidade/processo gerido na ferramenta, também é necessário definir o controlo de acessos associados ao mesmo. O domínio de entidades no sistema é variável e definido pelo próprio utilizador da ferramenta que possui permissão adequada sobre as entidades (*tag Entity Type Administration*).

Para controlar o acesso das entidades geridas na ferramenta foi definido o conjunto de funções possíveis de se controlar. Até ao momento, o domínio de funções de entidades necessário contém onze funções:

> *CREATE VERSION FROM LAST VERSION*;

> *CREATE VERSION FROM OLD VERSION*;

> *DELETE*;

> *DELETED FILE DOWNLOAD PERMISSION*;

> *FILE DELETE*;

> *FILE DOWNLOAD PERMISSION*;

> *INSERT*;

> *STATUS CHANGE - LAST VERSION*;

> *STATUS CHANGE - OLD VERSION*;

> *UPDATE*;

> *VIEW*;

Na Figura 8 está um exemplo de uma tela onde é possível associar as *ROLES* a uma determinada entidade, indicando o seu nível de acesso.

#### 2.3.1.4.3. *REPORTS*:

Para cada novo relatório gerido na ferramenta também é necessário definir o controlo de acesso associado ao mesmo.

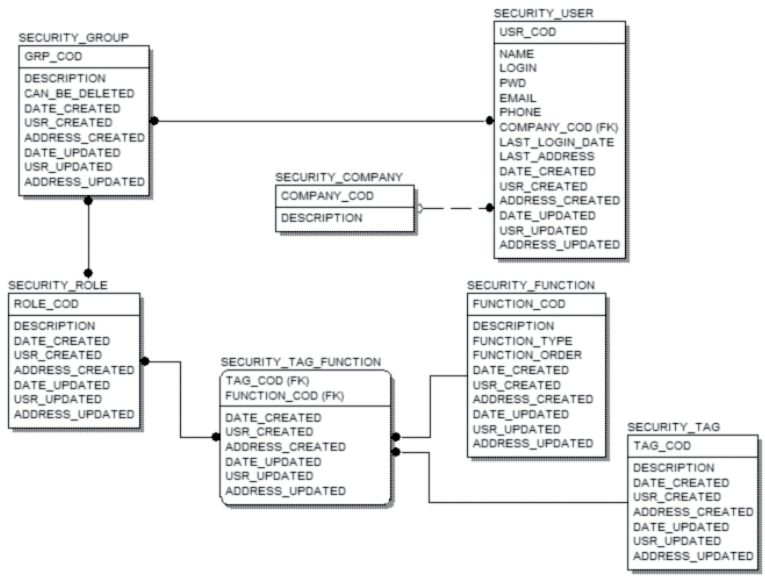



Figura 7 – MER *Security*

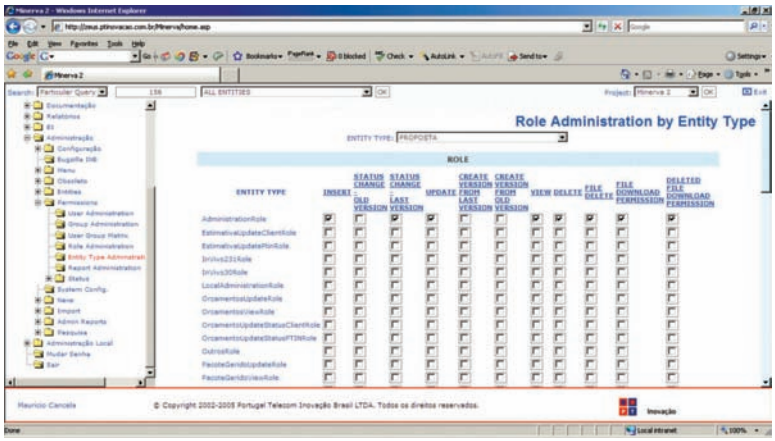



Figura 8 – Cfg *EntityType Roles*

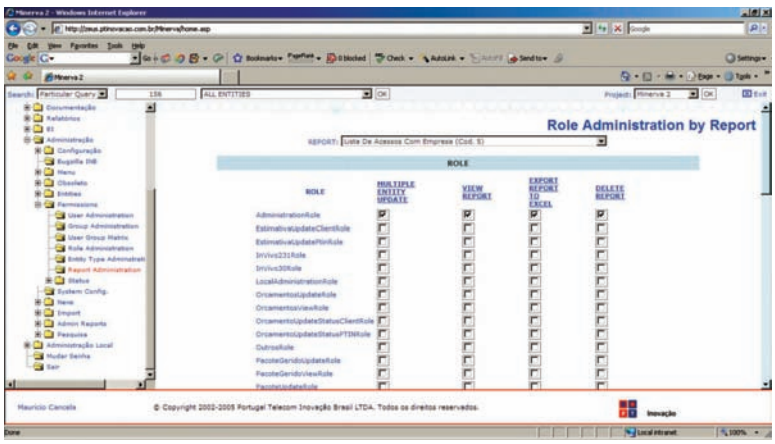



Figura 9 – Cfg *Report Roles*

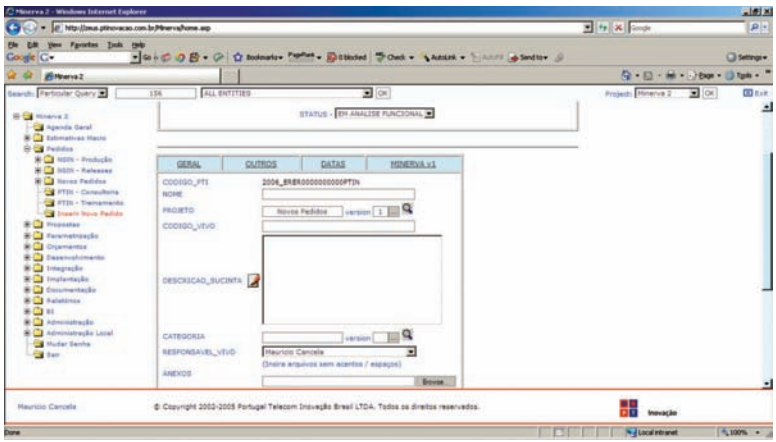


Figura 10 – *Entity Insert*

O domínio de entidades no sistema é variável e definido pelo próprio utilizador da ferramenta que possui permissão adequada sobre os relatórios (*TAGS Particular Queries* e *Report Administration*). Para controlar o acesso aos relatórios geridos na ferramenta foi definido o conjunto de funções possíveis de se controlar. Até ao momento, o domínio de funções de relatórios necessários contém apenas quatro funções:

> *DELETE REPORT*;

> *EXPORT REPORT TO EXCEL;*

> *MULTIPLE ENTITY UPDATE*;

> *VIEW REPORT*.

Na Figura 9 está um exemplo de uma tela onde é possível associar as *ROLES* a um determinado relatório, indicando o seu nível de acesso.

#### 2.3.1.4.4. *STATUS*

Para cada mudança de estado possível, definida pelo próprio utilizador da ferramenta com permissões de acesso adequadas (*TAG status administration*) e armazenadas na tabela wk_status_rules, é necessário indicar que *roles* podem efectivamente fazer esta alteração.

### 2.3.2. Armazenamento da informação

A informação principal é armazenada apenas em tabelas:

> ***ENTITY:*** contém a instanciação das entidades geridas na ferramenta. Para cada instância, é atribuído um código único no sistema e sua versão. Além disto é armazenado o estado e o tipo da entidade em questão;

> ***ENTITY_PROPERTY***: contém a informação sobre o valor armazenado de cada propriedade, de cada instância das entidades geridas na ferramenta.

Para inserir dados numa entidade

foram criadas duas funções principais:

> ***EntityInsert:*** a partir do código da entidade (ex. propostas) procura a meta-informação sobre as propriedades desta entidade e constrói dinamicamente a tela para inserção de novas instâncias desta entidade. Além disto atribui automaticamente um código numérico único para a instância recém criada. Na Figura 10 está um exemplo desta função/tela;

> ***EntityUpdate***: semelhante à função *EntityInsert* mas recebe uma instância de uma entidade, ao invés de um código de entidade, e permite que os dados já armazenados sejam actualizados.

### 2.3.3. Histórico / Rastreabilidade

Para cada alteração nas tabelas de *ENTITY* e *ENTITY_PROPERTY* é gerado um registo de histórico. De forma análoga à informação das instâncias das entidades, a informação de histórico é armazenada em apenas duas tabelas.

Além da informação alterada é armazenada uma trilha de auditoria que contém quatro informações básicas:

> COMENTARIO (informado pelo utilizador);

> USUARIO;

> IP ORIGEM;

> DATA DA OPERACAO.

Com isto, é possível facilmente consultar o histórico de evolução de uma determinada entidade.

Na Figura 11 está um exemplo da evolução da máquina de estados de uma determinada entidade.

## 3. Resultados

De forma geral e resumida, o processo de desenvolvimento de *software* envolve as etapas descritas na Figura 12.

Inicialmente optou-se por controlar no Minerva a gestão de requisitos, com o objectivo principal de melhorar a comunicação entre fornecedor e cliente, alinhando as expectativas com os resultados a serem obtidos.

Mais tarde foi também incorporado na ferramenta o processo de gestão de versões e configurações, que permitia a gestão das entregas de *software* e de todas as alterações efectuadas na solução.

No Minerva, a gestão de requisitos foi efectuada tendo em conta a existência de dois domínios de requisitos:

> **requisitos de cliente:** uma necessidade tal como é expressa pelo cliente, na sua óptica, que pode ser realizada por um ou mais sistemas em conjunto;

> **requisitos de sistema:** funcionalidade ou outra característica requerida de um sistema, expressa na óptica do analista, que em conjunto com outros requisitos do mesmo ou de outros sistemas realizam uma ou mais necessidades do cliente.

A definição dos requisitos de cliente é em princípio da responsabilidade do cliente, podendo haver a colaboração da PT Inovação na sua identificação. Para isso o cliente pode utilizar um (ou vários) documento(s) para expressar as características que pretende do sistema a desenvolver. Com base nesta informação

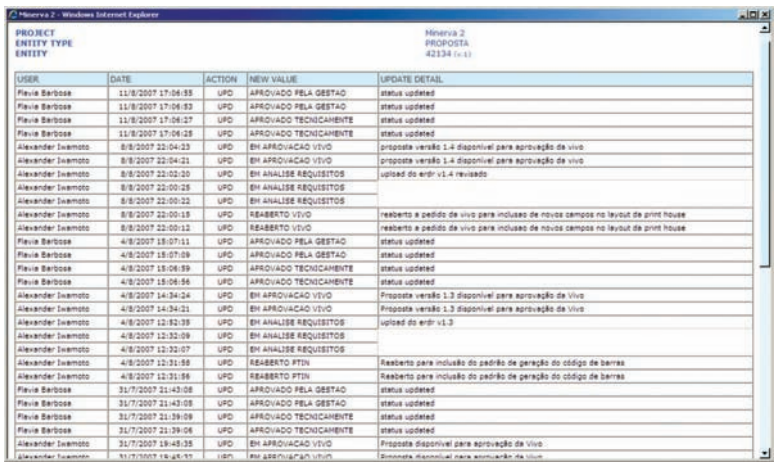



Figura 11 – *Entity History*

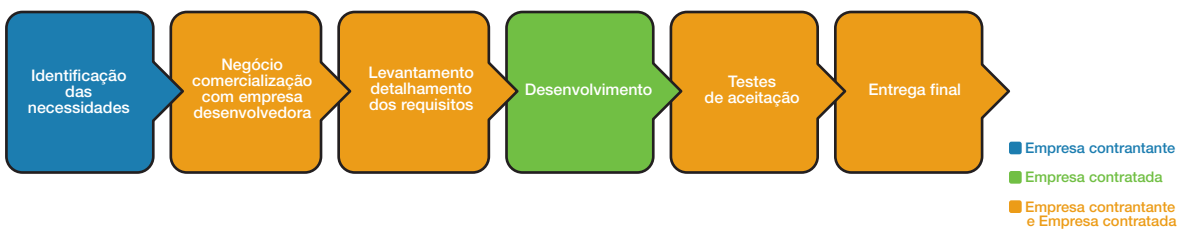



Figura 12 – Etapas de desenvolvimento de *software*

o analista define os requisitos de sistema, resultando este trabalho num documento de especificação de requisitos.

O Minerva permite efectuar a gestão dos dois domínios de requisitos, cliente e sistema, garantindo a rastreabilidade entre os dois numa relação de "N" para "N". Ou seja, a partir de um requisito de sistema é possível saber, por exemplo, que requisitos de cliente lhe deram origem.

Para suportar o processo de gestão de requisitos, foram criadas as seguintes entidades no *framework* do Minerva:

> PEDIDO_CLIENTE;

> SPEC_PTIN;

> PARAMETRIZAÇÃO.

Cada uma delas, com uma máquina de estados bem definida, conforme descrito na Figura 13.

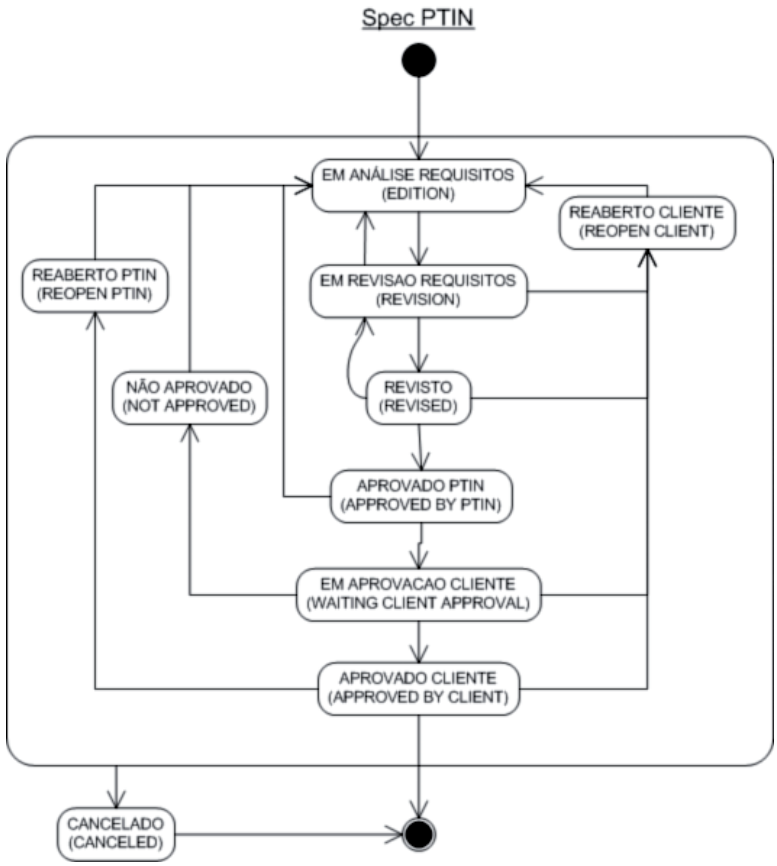



Figura 13 – *Workflow* Especificação PT Inovação

Relativamente ao processo de gestão de versões e configurações, o principal objectivo era garantir a gestão das alterações efectuadas sobre o sistema, permitindo o relacionamento com os requisitos ou defeitos que estiveram na origem dessas alterações.

Para isto foram customizadas as seguintes entidades:

> ETIQUETA;

> PACOTE;

> PACOTE_GERIDO;

> PEDIDO_INSTALACAO.

Cada uma com uma máquina de estados bem definida.

Na figura 14 apresenta-se o ciclo de vida para o pedido de instalação.

A definição da máquina de estados de cada uma das entidades geridas no Minerva no âmbito deste projecto foi efectuada tendo em conta os seguintes critérios:

> simplicidade de processos;

> garantia de cumprimento de passos considerados obrigatórios;

> adicional de valor à qualidade do resultado final;

> minimização de conflitos entre as equipas;

> obtenção de indicadores considerados importantes.

A obtenção automática e objectiva de indicadores foi uma grande vantagem que se conseguiu com a utilização da ferramenta. Por exemplo, a máquina de estados da entidade SPEC_PTIN permite obter informação objectiva sobre o tempo médio de aprovação da documentação de requisitos por parte do cliente, que poderá ser importante na renegociação de prazos.

O facto do processo estar formalizado numa ferramenta, que estava disponível para consulta por todos os envolvidos no projecto, permitiu também aumentar a formalização dos processos que envolvem o cliente, que por outro meio (ex: e–mail) seria difícil de conseguir. Por exemplo, na área de gestão de requisitos, este formalismo permitia um aumento da qualidade do pedido proveniente do cliente, garantindo ainda clareza na aprovação de requisitos.

Com a utilização desta ferramenta, a obtenção da informação de gestão relacionada com os processos implementados passou a ser obtida de forma objectiva e instantânea, reduzindo significativamente o esforço associado à sua obtenção.

Os processos foram sendo aperfeiçoados durante o decorrer do projecto de forma a melhorar significativamente a comunicação em todas as etapas do desenvolvimento de *software*. Este trabalho era efectuado pelos próprios responsáveis de cada uma das áreas geridas no Minerva:

> gestão de requisitos;

> gestão de versões e configurações.

Esta autonomia para customizar os processos aumentou a adesão das pessoas a utilizar e melhorar os processos que elas bem conheciam no seu dia-a-dia, tendo sido um dos factores críticos de sucesso.

O aumento de formalismo através da automatização destes processos poderá, à primeira vista, acrescentar um esforço adicional no preenchimento de informação que de outra forma não seria necessária.

Para ultrapassar esta questão, todos os processos foram desenhados tendo o cuidado de nunca adicionarem um esforço adicional ao que normalmente teria que ser feito por meios mais manuais. Por exemplo, a aprovação de um documento implica entrar na ferramenta e alterar o estado no ciclo de vida, sendo automaticamente notificadas todas as pessoas com interesse nesse documento.

Este esforço não é mais significativo do que enviar um e-mail, tendo este último a desvantagem de apenas terem conhecimento da aprovação as pessoas que receberam o e-mail.

## 4. Impacto para a PT Inovação

No projecto inVivo, a utilização da ferramenta Minerva nos processos de gestão de requisitos e gestão de versões e configurações teve um contributo significativo no sucesso global do projecto, por todas as vantagens apresentadas anteriormente.

A utilização do Minerva permitiu também aos participantes assimilar as vantagens na utilização de uma ferramenta para gerir os processos de trabalho, entendendo que o objectivo da sua utilização não é burocratizar, mas sim contribuir para que o objectivo global de um projecto possa ser alcançado em menos tempo e com melhor qualidade.

De forma mais abrangente, a utilização do Minerva contribuiu para reforçar, em cada um dos participantes deste projecto, a importância em ter processos de trabalho perfeitamente claros para todos os intervenientes, em que cada um sabe exactamente qual o seu papel e de que forma ele contribui para o objectivo global.

Este aspecto tem ainda a particularidade de permitir a redução do *overhead* que existe na inclusão de novas pessoas nas várias equipas.

A consciencialização de todos os participantes do projecto inVivo da importância de ter processos bem definidos, adequados aos objectivos de cada projecto, e assentes numa ferramenta que permita a sua automatização, tornou-se a pedra basilar para a disseminação dessa consciência a outros grupos de trabalho.

## 5. Conclusões

No projecto inVivo a definição clara e adequada dos processos de trabalho, na área de gestão de requisitos e gestão de versões e configurações, permitiu que cada interveniente neste processo entendesse perfeitamente qual o seu papel no mesmo e qual era o seu contributo para o objectivo global, deixando que este objectivo global pudesse ser alcançado em menos tempo e com melhor qualidade final.

A utilização de uma ferramenta como o Minerva no suporte à automatização destes processos mostrou-se fundamental, tendo sido um factor crítico de sucesso para a integração das diversas equipas envolvidas, tanto na Vivo quanto na PT Inovação.

O sucesso desta abordagem no projecto inVivo consciencializou todos os intervenientes para a sua

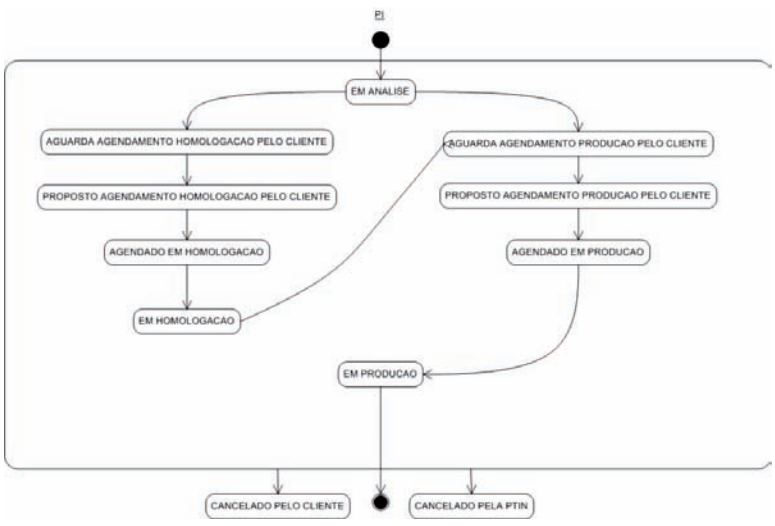



Figura 14 – *Workflow* Pedido de Instalação

importância, servindo de rampa de lançamento para uma utilização mais alargada.

Mais do que a ferramenta Minerva, pois poderia ter sido utilizada qualquer outra ferramenta que permitisse a gestão destes dois processos, importa salientar que o sucesso residiu essencialmente em desenhar processos que fossem de facto ao encontro das necessidades específicas, tendo por objectivo simplificar, uniformizar e clarificar o trabalho dos seus intervenientes e não burocratizar o mesmo.

O Minerva foi a ferramenta que permitiu colocar em prática os processos que foram definidos em papel e optimizados dinamicamente com o aumento da experiência e necessidade dos envolvidos.

**Luís Cardoso**, licenciatura e mestrado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 1997 e 2002, respectivamente. Ingressou no Instituto de Telecomunicações em 1997, para o grupo de redes de banda larga, onde desenvolveu trabalho de investigação na área de dimensionamento de redes ATM no âmbito do projecto CESTA, tendo publicado vários artigos nesta área em conferências nacionais e internacionais. Ingressou na PT Inovação em 1999, para o grupo de planeamento de redes, tendo participado em diversos projectos de I&D do EURESCOM (DISCMAN, FASHION, NEW DIMENSIONS) e da PT Comunicações ligados a esta área. Desde 2001 tem colaborado na especificação e desenvolvimento de vários sistemas que fazem parte da solução NGIN. Entre 2004 e 2006 fez parte da equipa de requisitos do projecto inVivo, que teve por objectivo a unificação nacional de todos os clientes pré-pagos, pós-pagos de dados e corporativos da maior operadora móvel do hemisfério sul, a Vivo. Contribuiu neste projecto de forma determinante para a definição e implementação de um processo de gestão de requisitos que fosse adequado à dimensão e complexidade do projecto em causa. Actualmente é responsável pela coordenação da área de gestão de requisitos em diversos clientes da solução NGIN. Contribui ainda activamente na definição e implementação de processos unificados para a gestão de requisitos e gestão de versões e configurações aplicáveis a todo o Cluster NGIN.

**Maurício Cancela**, graduou-se em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI/USP) em Dezembro de 2000. Pós-graduado em Administração de Empresas em Julho de 2005 e especialista em Gestão de Tecnologia da Informação em Dezembro de 2005, ambos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV/EASP). De 1999 até 2001, atuou na indústria de alimentos e bebidas como analista de sistemas da Cia. Ambev, onde participou do processo de fusão entre Cia. Brahma e Cia. Antarctica. Em Agosto de 2001, participou da primeira capacitação de brasileiros na sede da Portugal Telecom Inovação em Aveiro. Após sete meses em Portugal, regressou ao Brasil e teve a oportunidade de contribuir ativamente para o *startup* da Portugal Telecom Inovação Brasil, onde encontra-se atualmente. Após atuar como desenvolvedor e líder de desenvolvimento da plataforma de rede inteligente da PT Inovação (NGIN®), entre 2004 e 2007 foi responsável pelas equipes de Requisitos e de Parametrizações do Projeto InVivo, que teve por objectivo a unificação nacional de todos os clientes pré-pagos, pós-pagos de dados e corporativos, além do lançamento da tecnologia GSM, da maior operadora móvel do hemisfério sul, a Vivo. Durante este período foi um dos responsáveis por implantar e melhorar a metodologia utilizada na gestão do processo de desenvolvimento de *software* da PT Inovação Brasil (desde a análise de requisitos, ainda em conjunto com o cliente, até o suporte das *releases* implantadas, passando inclusive pela gestão de versões, testes e implantações realizadas). Atualmente é sub-diretor da PT Inovação Brasil, responsável pelas áreas de requisitos, parametrizações, *backoffice*, testes e desenvolvimento de ferramentas de apoio.

02

Augusto Vaz

Helder Alves

Maria Regala

Ricardo Cunha


# O Papel dos Testes na Garantia do Negócio da PT Inovação


palavras-chave:
Automação, Processos de Teste
Qualidade, Retorno do Investimento,
Sistemas de Informação


O assegurar dos padrões de qualidade das soluções PT Inovação, passa necessariamente por uma eficaz componente de testes: uma tarefa com menor visibilidade, mas essencial para a consolidação da actividade de qualquer empresa, sustentando na prática o caminho para o sucesso.

Nesta vertente, serão detalhadas as mais-valias que resultam das tarefas de teste e nas quais se alicerçam os restantes processos, providenciando a necessária "cola" entre o desenvolvimento, instalação e suporte pós-venda. Serão também caracterizados os testes de apoio ao desenvolvimento, testes de integração, testes de produção, testes de aceitação, entre outros, bem como o importante papel dos SI e automação de processos.

## 1. Introdução

A forma mais adequada para garantir a qualidade de equipamentos, sistemas e soluções, fortalecendo a imagem de marca duma empresa e evitando situações passíveis de comprometer o sucesso do negócio, encontra-se associada à actividade de teste. No entanto, esta é por vezes, e erradamente, percepcionada como um factor de condicionalismo, quer temporal, quer económico.

A qualidade dos produtos e a produtividade, vistas como factores essenciais no assegurar da competitividade, terão de ser enquadradas de forma conjunta.

Uma característica algo comum na actividade de teste, normalmente sem proveitos directos, tem a ver com o facto de esta tender a ser quase exclusivamente recordada /reconhecida quando algo não corre bem, tornando-se a prazo numa tarefa com menor visibilidade, à medida que os respectivos processos se aperfeiçoam. Este artigo pretende evidenciar o papel dos testes na garantia do negócio.

## 2. Processos de teste

Teste é o processo de experimentação e verificação dos objectos em análise, tendo por objectivo a detecção de diferenças entre as condições existentes e as pretendidas (requisitos). O processo de teste permite avaliar as características, funcionalidades e operacionalidade dos sistemas, evidenciando possíveis erros de especificação e desvios relativamente a normas.

Os processos de teste, independentemente do seu carácter funcional, eléctrico ou outro, caracterizam-se por quatro componentes básicos:

> método de ensaio;

> montagem de ensaio/ ambiente de teste;

> equipamentos de medida/ ferramentas de análise;

> requisitos ou limites.

Para se realizar um dado teste será necessário assegurar que todas estas componentes estejam bem determinadas à partida, para que o resultado a obter seja inequívoco e facilmente percepcionado por diferentes destinatários.

No cerne dos diversos processos destaca-se o importante papel desempenhado pelas equipas de teste, onde é fundamental a existência de colaboradores com um nível de qualificação permanentemente adequado ao contexto tecnológico do negócio. Esta é uma premissa essencial à viabilização do diálogo inter-pares, a envolver as equipas de teste e desenvolvimento, permitindo não só que os primeiros identifiquem situações de erro, mas realizem também, sempre que possível, o respectivo diagnóstico, inferindo logo à partida os motivos subjacentes às falhas e inovando na definição de novos testes, a incidir nos aspectos mais críticos, onde a probabilidade de falha tenderá a ser mais elevada.

Os processos de teste viabilizam também o ensaio das técnicas de instalação, configuração e operação duma dada solução antes da res-

pectiva entrada em produção. Este facto, permite o enquadramento complementar de colaboradores de outras equipas, nomeadamente, instalação, suporte pós-venda, planeamento, *marketing*, entre outros, visando a partilha de *know-how* desde o desenvolvimento até as mesmas, providenciando assim um elo de ligação fundamental à consistência de todo o negócio.

## 3. Diferentes testes para diferentes fases do ciclo de vida das soluções PT Inovação

Considerando as seguintes fases do ciclo de vida de um produto:

> desenvolvimento;

> produção (*hardware*);

> instalação;

> aceitação;

> suporte.

Existe, para cada uma destas fases, a necessidade de testes, que terão necessariamente diferentes abordagens ao longo do processo.

O enquadramento que se segue foca-se essencialmente nos ensaios efectuados pelas equipas de teste, uma vez que se pressupõe a realização prévia de testes unitários/de módulo por parte das equipas de desenvolvimento, durante a fase de concepção da solução em causa.

São assim efectuados testes a incidir sobre todas as componentes do sistema, nomeadamente:

> **testes funcionais:** verificação das funcionalidades do sistema e se este está de acordo com os requisitos;

> **testes de conformidade:** verificação se o sistema cumpre o que está definido nas normas e recomendações aplicáveis;

> **testes de *performance***: verificação do desempenho do sistema, utilizando os métodos definidos nas recomendações;

> **testes de interoperabilidade:** verificação do comportamento do sistema, quando interligado com outros;

> **testes de usabilidade:** verificação do nível de facilidade de utilização do sistema/solução por parte do cliente.

### 3.1 Desenvolvimento

Na fase de desenvolvimento, são efectuados testes às diversas componentes do sistema, à medida que estas vão sendo desenvolvidas, e de modo a garantir o seu correcto funcionamento. Os problemas são corrigidos consoante vão sendo detectados.

Estes testes, efectuados em estreita colaboração com as equipas de desenvolvimento, constituem muitas das vezes o primeiro contacto das equipas de teste com os sistemas.

É também durante esta fase que se realizam testes de aferição de opções/soluções particulares, em concreto no que se refere ao *hardware*, envolvendo partes específicas dos equipamentos/sistemas em desenvolvimento, e que poderão comprometer opções futuras como sejam os *layouts* de PCB e desenho de invólucros, com grandes impactos nos *timings* da solução.

Numa fase seguinte, correspondente à altura em que o enfoque deixa de ser o desenvolvimento das funcionalidades do sistema para passar a ser o correcto funcionamento do mesmo, as equipas de teste já têm um bom conhecimento do sistema, resultado duma forte colaboração com as equipas de desenvolvimento. São então realizados os testes funcionais, de usabilidade e *performance*, entre outros.

Para produtos baseados em *hardware*, são elaborados os respectivos manuais de teste, para servir de suporte aos testes de produção, assim como os respectivos manuais de instalação rápida, para servir de suporte às equipas de instalação.

### 3.2 Produção

Especificamente para os produtos baseados em *hardware*, os testes realizados nesta fase destinam-se a verificar o correcto funcionamento das unidades.

Quando a produção é subcontratada, a empresa subcontratante efectua os testes de produção de acordo com o manual de teste, sendo depois realizados testes por amostragem quando as unidades são entregues. Transversalmente, efectuam-se os testes de controlo de produção. Estes testes, de índole avulsa, são criteriosamente seleccionados, de modo a permitir a aferição do sistema de produção, tendo por objectivo a detecção preventiva de falhas. São testes que, muitas das vezes, se encontram associados às causas mais prováveis de falha, de acordo com o histórico.

### 3.3 Instalação

Efectuados após a instalação do sistema, estes testes destinam-se a verificar a correcta implantação do sistema ou solução. São testes realizados tipicamente pelas equipas de instalação, podendo ou não haver intervenção das equipas de teste.

### 3.4 Aceitação

Testes realizados pelo cliente, acompanhados pelas equipas de teste e/ou instalação. O objectivo é garantir que o sistema, entretanto instalado, satisfaz os requisitos pretendidos. Normalmente, existe um caderno de testes elaborado pela equipa de teste, que pode ser ou não adoptado pelo cliente para esta fase.

### 3.5 Suporte

Após a entrada do sistema ao serviço, e sempre que são reportados problemas pelo cliente, surge a necessidade da realização de testes para replicação e caracterização dos problemas em causa. Uma grande parte das vezes, estes testes são efectuados em conjunto com as equipas de desenvolvimento.

Quando os problemas detectados se encontram corrigidos, surge a necessidade de efectuar testes para verificar que as falhas deixaram de ocorrer efectivamente. Se as alterações efectuadas forem críticas, os testes terão de incidir sobre todo o sistema e não apenas nos módulos que sofreram alterações.

Nas avarias de produtos baseados em *hardware*, após reparação, são realizados os ensaios constantes do manual de testes, com o intuito de verificar o correcto funcionamento daqueles. Neste processo, sempre que se detecta um determinado problema sistemático, este é comunicado às equipas de desenvolvimento, de modo a serem efectuadas as correcções necessárias.

## 4. A importância dos testes na qualidade das soluções PT Inovação

A implementação de novas tecnologias/ sistemas e a garantia da sua adequabilidade e qualidade, face aos requisitos dos clientes, ao que se acrescem os requisitos normativos nacionais e internacionais, implicam diversas actividades de teste. Estas actividades requerem uma análise aos vários níveis dos diversos sistemas e tecnologias, de forma a permitir a convergência entre as necessidades dos clientes, a qualidade e a fiabilidade dos produtos, nomeadamente, funcional, eléctrico, protecção e segurança, compatibilidade electromagnética, resistibilidade, climático e mecânico.

Esta convergência implica uma simbiose entre as diferentes fases associadas ao nascimento de um novo produto: concepção, implementação, teste e aceitação. É, pois, nesta penúltima fase – o teste – que recai uma grande parte do ónus e, simultaneamente, do sucesso ou insucesso dos produtos.

A criação de um produto, sistema ou solução, implica uma atenção sobre um conjunto de vertentes que, no final, permitirão a obtenção de um conjunto harmonioso e capaz de garantir as funções para as quais foi concebido, assim como salvaguardar a satisfação do cliente, que será, em última instância, aquele que irá efectuar o teste final!

Assim, e na perspectiva da obtenção de um produto, sistema ou solução, teremos, de uma forma eventualmente simplista, as seguintes áreas de abordagem:

> **sistemas operativos/ informática – testes de sistema:** garantia de funcionalidades, segundo requisitos do cliente;

> **testes eléctricos:** garantia, essencialmente, do cumprimento de requisitos de nível físico ou protocolar (sinais, níveis, adaptação de impedâncias, protocolos, entre outros);

> **testes de protecção e segurança**: garantia de utilização segura dos equipamentos/soluções por parte de utilizadores e instaladores (acesso condicionado a partes dos equipamentos sob tensões perigosas, requisitos de separação de interfaces, entre outros);

> **testes de Compatibilidade Electromagnética (EMC):** garantia da não emanação de interferências sobre outros equipamentos e garantia da não susceptibilidade do próprio equipamento, face a interferências provindas de terceiros;

> **testes de resistibilidade:** garantia da robustez dos equipamentos face a perturbações atmosféricas (sobretensões, induções) ou de contactos com linhas de energia;

> **testes climáticos:** garantia de funcionamento dos equipamentos/soluções dentro de dados limites de temperatura e humidade;

> **testes mecânicos:** garantia da robustez mecânica de invólucros e de soluções de fixação de componentes e acessórios de maior dimensão, quer em regime de funcionamento/utilização (e.g. equipamentos a instalar em veículos), quer para transporte (soluções de acondicionamento e embalagem).

A realização dos vários conjuntos de testes permitirá, desta forma, obter um produto ao qual se poderá efectuar a associação do símbolo "Q" (qualidade):

> **satisfação dos requisitos do cliente:** exigência funcional;

> **satisfação dos requisitos eléctricos:** exigência operacional;

> **satisfação dos requisitos de protecção e segurança:** exigência legal;

> **satisfação dos requisitos de EMC**: exigência legal;

> **satisfação dos requisitos de resistibilidade**: exigência de robustez;

> **satisfação dos requisitos climáticos:** exigências geográficas e/ ou de cliente e/ ou de localização (*indoor*, *outdoor*);

> **satisfação dos requisitos mecânicos:** exigências de instalação e transporte;

Em conclusão, uma realidade é facilmente perceptível: o teste e controlo de componentes críticos para os sistemas é tanto mais eficaz e menos oneroso, quanto mais cedo,

e durante a fase de desenvolvimento, se aplicarem as técnicas e medidas necessárias.

## 5. O retorno para o negócio da PT Inovação

A actividade de *marketing* é, sem dúvida, uma componente fundamental na divulgação e promoção da imagem de marca duma empresa e subsequente conquista de clientes. No entanto, um dos factores não menos relevante, continua a ser a publicidade veiculada pelo cliente satisfeito.

Uma empresa que subestimasse a realização de testes aos respectivos produtos antes de os lançar no mercado, colocaria em risco os próprios alicerces: comprometeria futuras vendas, teria de acatar consideráveis custos de reparação de produtos já dispersos e, ainda pior, tenderia a perder credibilidade junto dos clientes.

Além disso, teria de abdicar de recursos essenciais à criação de novos desenvolvimentos para fazer face à correcção das anomalias detectadas já em ambiente de produção, comprometendo as, cada vez mais curtas, janelas de oportunidade que entretanto se deparam.

E, quanto maior for a variedade de produtos lançados no mercado, mais crítica se tornaria esta situação.

Em termos de retorno financeiro, poder-se-ão assim equiparar as actividades de teste aos resultados de um bom investimento em publicidade, ao que se acresce um importante factor Qualidade, essencial à salvaguarda do negócio e imagem da própria empresa.

Mas, afinal, quanto valem os testes?

O retorno do investimento em processos de teste não é directamente quantificável, no entanto, o seu papel transparece ao nível dos bons resultados duma empresa, nomeadamente:

> elevada satisfação dos clientes, por encontrar poucos defeitos em ambiente de produção;

> motivação dos colaboradores, como resultado dum maior orgulho em produzir produtos de elevada qualidade;

> maiores proveitos financeiros, uma vez que os produtos com maior qualidade se vendem muito melhor que aqueles cuja qualidade é reconhecidamente inferior;

> menores custos de desenvolvimento e suporte, uma vez que os produtos de maior qualidade apresentam menores custos de operação;

> menores custos de manutenção, uma vez que os produtos de maior qualidade são mais fáceis de manter e actualizar;

> capacidade para colocar um maior número de produtos/ ano no mercado, quando comparado com empresas concorrentes que disponibilizam produtos de qualidade inferior e necessitam despender tempo e recursos a corrigir as referidas anomalias *a posteriori*.

Na PT Inovação, os testes são considerados um elo fundamental do negócio, não apenas pelos aspectos já referidos, mas também pelo trabalho de "colagem" entre as equipas de desenvolvimento, instalação e suporte pós-venda: são as equipas de teste quem, na maior parte dos casos, agiliza os processos de comunicação entre as partes supracitadas, assegurando a necessária transferência de *know-how* entre os diversos intervenientes no negócio.

As equipas de teste são normalmente multidisciplinares, assegurando várias tarefas, desde o teste de apoio ao desenvolvimento, numa fase inicial, até ao teste de simulação de eventuais *fault reports*, entretanto notificados pelo cliente já numa fase de produção. Pelo meio ficam os testes de sistema, integração e de aceitação. Os membros das equipas de teste necessitam ensaiar uma vasta gama de produtos por diversas vezes, o que, com o decorrer do tempo, os inclui no grupo dos maiores conhecedores do portfolio da empresa.

## 6. O importante papel dos SI e automação de processos

É pelas equipas de teste que transitam todos os componentes de *hardware* e *software* desenvolvidos na PT Inovação pelo que, ao dispor de uma visão de conjunto, estas têm a possibilidade de organização e manutenção de listas de compatibilidade entre versões testadas (gestor de rede – elemento de rede, por exemplo), fundamentais para as actividades de suporte pós-venda, bem como para o planeamento e expansão das redes já existentes nos actuais clientes.

Daqui se nota que os processos de teste serão apenas eficazes se devidamente articulados entre si. É aí que surgem os Sistemas de Informação (SI).

O processo de teste, nesta vertente, tem início a partir do momento em que se disponibiliza uma nova versão de código, sobre a qual já foram realizados *smoke tests* (testes efectuados pela equipa de desenvolvimento, por forma a verificar se o produto está estável para entrar em testes).

O novo pacote de código inicia um ciclo composto pelos ensaios sobre o ambiente de testes e subsequentes correcções de defeitos detectados, até se considerar que cumpre todos os requisitos especificados e pode ser entregue para aceitação do cliente, com posterior entrada em produção.

Se forem detectados defeitos em aceitação, o ciclo de correcções e testes repete-se até haver uma nova versão corrigida a fornecer ao cliente.

Para se organizar a informação a testar, manter o controlo do que está instalado, e a definição do que a cada momento tem de ser testado, é necessário garantir que todos os componentes para o cliente em causa estão identificados, que o código se encontra versionado, assim como que a identificação de cada versão é inequívoca, estando devidamente documentada através de uma *release note* de instalação e configuração.

A Figura 1 ilustra o ciclo de desenvolvimento e testes.

No caso do *hardware*, verifica-se o ciclo de intervenção indicado na Figura 2.

A utilização de uma ferramenta de armazenamento de *software* é essencial para o controlo efectivo, quer das versões em desenvolvimento, quer do produto já desenvolvido. Seguindo uma metodologia de gestão de configurações, suportada no controlo de processos, é possível assegurar a interacção entre as equipas, desde o desenvolvimento do produto e seu relacionamento com os requisitos do cliente, até à sua instalação em produção, após validação em teste.

Esta metodologia permite também obter um maior controlo sobre os vários desenvolvimentos que possam ocorrer em simultâneo para um dado cliente, assim como sobre o ciclo de cada um dos mesmos, desde a concepção até à entrega.

A gestão do processo de teste deve ser assegurada por uma ferramenta que controle todo o ciclo de testes, incluindo:

> a elaboração da especificação de teste;

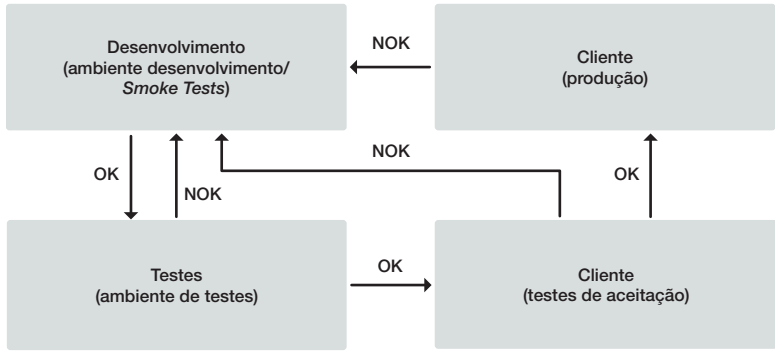



Figura 1 – Ciclo de desenvolvimento e testes

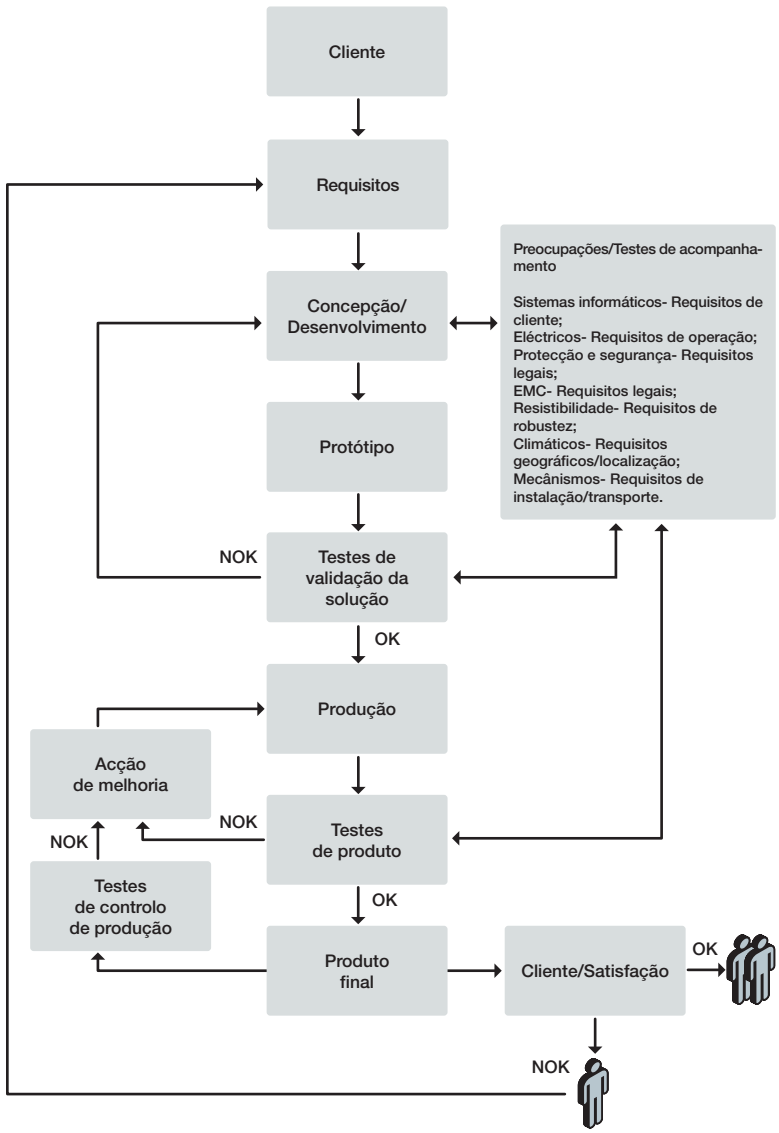



Figura 2 – Ciclo de intervenção

> o registo de execução e re-execução dos casos de teste;

> a gestão do ciclo de vida dos defeitos detectados durante a actividade de teste, permitindo associar os erros aos respectivos testes que os detectaram;

> a consulta dos erros já ocorridos para um dado teste e o respectivo estado de resolução.

Uma das dificuldades inerentes ao processo de teste encontra-se associada à sua repetibilidade e erro. É, pois, neste contexto, que a automatização dos testes surge como factor de relevo, permitindo assegurar a já referida repetibilidade, minimizando o erro e, adicionalmente, permitindo reduzir os tempos de ensaio.

Para além da mais-valia já referida em termos de duração dos ensaios, a automatização permite a redução de tarefas manuais e repetitivas, o aumento da quantidade de testes realizados num período menor, e a diminuição da influência do factor humano em casos de testes mais complexos.

No caso dos testes de regressão, estes obrigam a voltar a testar tudo de novo, uma vez que as alterações realizadas no código podem ter impacto noutros pontos do produto, podendo afectar as funcionalidades implementadas.

Os testes susceptíveis de serem automatizados são, principalmente, os testes de regressão. Contudo, também se poderão considerar aqueles que envolvem maior complexidade de execução e que forem repetitivos e monótonos.

A automatização permite também o desenvolvimento de capacidades de programação aos colaboradores que não se encontram normalmente em contacto com essa realidade profissional, contribuindo a prazo para o esbatimento da "fronteira técnica" entre as equipas de desenvolvimento e testes. Possibilita ainda a simulação, através de processos repetitivos, de *fault reports* cuja frequência de ocorrência é relativamente baixa. Garante uma maior eficácia na gestão dos recursos laboratoriais, vulgarmente esgotados durante o dia e mais disponíveis à noite e fins-de-semana. Permite também uma maior flexibilidade na execução de testes de carga.

## 7. Conclusões

As actividades de teste têm um papel fundamental no sucesso ou insucesso dos produtos junto dos clientes, podendo equiparar-se, em termos de retorno financeiro, aos resultados de um bom investimento em publicidade, factor de consolidação da imagem de marca PT Inovação.

Para além de integrar o grupo dos maiores conhecedores do portfolio de produtos e serviços da empresa, são as equipas de teste quem agiliza a transferência de *know-how* entre as equipas de desenvolvimento, instalação, *marketing* e suporte pós-venda, contribuindo assim para a eficácia de todo o negócio.

**Augusto Vaz**, licenciou- se em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, em 1989, trabalha na PT Inovação desde 1991, é actualmente responsável pela Unidade Funcional de Industrialização e teste de sistemas, na área de produção e industrialização de tecnologia. Coordena as equipas de Industrialização de tecnologia SDH bem como o grupo de teste de sistemas NetB@nd. Tem experiência na área de sistemas de transmissão para a rede de acesso e sistemas de medidas em linhas de rede.

**Hélder Alves**, licenciou-se em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, trabalha na PTIN desde 1990, é actualmente responsável pela Unidade Funcional de Teste de Integração de Soluções de Rede. Coordena os processos de teste ao nível da gestão das soluções NetBand, implementando um dos importantes elos de articulação entre o Desenvolvimento e os Serviços de Engenharia. De 2002 a 2006, foi responsável pela Unidade Funcional de Gestão Local e Qualidade de Serviço, tendo coordenado equipas de desenvolvimento de produtos de QoS no âmbito do portfolio NetBand, tais como ArQoS, SCP-RDIS, entre outros. Tem colaborado em diversos projectos europeus, no contexto da gestão de redes e QoS. Possui *know-how* e experiência de gestão operacional em processos de teste, desenvolvimento, prospecção, *benchmarking* e consultoria.

**Maria Regala**, licenciou-se em Engenharia Electrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro, em 1985. Em 1985 ingressou nos CTT em Lisboa, no grupo de desenvolvimento da Direcção Central de Informática. Em 1986 integrou a equipa de operação e manutenção de Centrais Digitais EWSD nos TLP Porto. De 1993 a 1994 foi responsável pelo departamento de Projecto de Comutação dos TLP onde coordenou a equipa responsável pelo dimensionamento de centrais digitais EWSD e S12. Em 1995 começou a trabalhar no CET, hoje PT Inovação, onde integrou a equipa responsável pelos testes de aceitação do sistema de facturação CLIP da PT. Desde 1999 é responsável pela Unidade de Testes de Aplicações, Serviços e Soluções da solução NGIN.

**Ricardo Gomes Cunha**, licenciatura em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, em 1990. Trabalha na PT Inovação desde 1990, sendo, actualmente, responsável pela Unidade Funcional de Testes de Certificação e Conformidade (Laboratório CETLAB), na área de Produção e Industrialização de Tecnologia. Neste âmbito, desempenhou diversas funções, nomeadamente, Responsável pelo Serviço de Testes de Nível Físico, Responsável pelo Serviço de Testes de Produtos RDIS e Interoperatividade de Terminais e Responsável pelo Projecto CTS5 CTR DNET – Harmonização Europeia de Testes RDIS. Actualmente, desempenha, em acumulação, as funções de Responsável Técnico e Responsável do Laboratório. No enquadramento das funções e responsabilidades descritas, esteve e está envolvido em diversas actividades de implementação e elaboração de métodos de ensaio, de acordo com normalização europeia (ETSI) e internacional (IEC), relativos a equipamentos de telecomunicações.

03

Isilda Costa

# A Protecção do Conhecimento numa Empresa de I&D: Mecanismos Legais e Institucionais

palavras-chave:
Conhecimento, Propriedade Intelectual, Direito de Autor, Patente, Marca, Segredo de negócio, Confidencialidade.

*"Se aquilo de que se trata é de encontrar não a origem do homem (no seu sentido físico, zoológico) mas o seu princípio, ou seja, aquilo a partir do qual começa a ser homem sem dúvida tal princípio está na acção, isto é, numa intervenção no real que selecciona, planeia e inova."*
*Fernando Savater*

A protecção do conhecimento numa organização assume, nos dias de hoje, uma importância crescente. A propriedade intelectual, como activo essencial em termos económicos e estratégicos, carece de formas adequadas de protecção que surgem essencialmente pela via legal, mas que poderão resultar de outras vias (i.e. de natureza contratual).

O presente artigo pretende, de forma despretensiosa e resumida (atendendo à vastidão e complexidade das matérias), dar a conhecer tais formas de protecção, diferenciando-as e apontando os caminhos a seguir.

## 1. Introdução

A capacidade de criar e de inovar é uma característica intrínseca do homem que o separa dos restantes animais e que é responsável pela evolução humana, científica e tecnológica.

Se tomarmos a criação como a geração de uma ideia nova (em termos absolutos ou relativos), a inovação é uma actividade ou conjunto de actividades e processos que levam ao aproveitamento de uma criação (transformação de uma criação num produto ou processo comercializável). No centro do processo criativo temos o homem e a sua capacidade incrível de gerar ideias e de as materializar em objectos e processos conducentes ao desenvolvimento científico, tecnológico e económico. As criações e inovações são propriedade do(s) indivíduo(s) que as geraram (ou das organizações para que estes trabalham) e, em consequência, são protegidas pelos ordenamentos jurídicos como uma forma de propriedade – a propriedade intelectual.

A propriedade intelectual abrange todas as criações humanas, protegidas pela via dos direitos de propriedade industrial (através de títulos como as marcas, patentes, modelos de utilidade, desenhos, que protegem os sinais distintivos do comércio e as invenções e criações estéticas com aplicação industrial) e dos direitos de autor (que protegem as criações do espírito exteriorizadas sob a forma de expressão literária, artística e científica). A promoção e protecção da propriedade intelectual estão actualmente no centro das políticas a nível mundial[1] tendo em consideração as rápidas mudanças tecnológicas a um nível global e a forma como estas modelam a economia.

Assistimos, hoje mais do que nunca, a um reforço das políticas de protecção e valorização dos direitos de propriedade intelectual, pretendendo-se, por um lado, encorajar a inovação e por outro propiciar a difusão do conhecimento[2].

Para uma organização, os direitos de propriedade intelectual significam bens valorizáveis – activos intangíveis - que representam, cada vez mais, uma fatia considerável do valor de mercado de uma empresa (por comparação com os bens tangíveis – equipamentos, p.ex.). A exploração desses direitos, seja de forma directa (produção), seja através de transacções dos direitos em si (por venda ou através de contra-

[1] Em 1994 foi assinado o Acordo TRIPS anexo ao Acordo de Marraquexe que criou a Organização Mundial do Comércio. Este acordo internacional tem por objectivo que os países membros confiram um elevado nível de protecção aos direitos de propriedade intelectual, prevendo disposições mínimas que estes devem acautelar.

[2] As bases de dados de patentes são consideradas o mais completo e actualizado repositório de documentação técnica sobre tecnologias inovadoras. Existem cerca de 40 milhões de patentes publicadas, sendo anualmente adicionadas cerca de 1 milhão. Estima-se que, em média, 70% da informação revelada nas patentes nunca chegará a ser publicada noutros lados.

tos de licença) são, não só uma forma de recuperar o investimento efectuado, como uma forma de obtenção de lucro.

De acordo com um documento da OCDE, um número significativo de empresas tecnológicas obteve receitas consideráveis de licenciamento de tecnologia. A IBM Corp. (que entre 2000 e 2004 atingiu mais de 3.000 patentes por ano nos EUA), recebeu 1 bilião USD em receitas anuais provenientes de *royalties* e vendas de direitos de propriedade intelectual. Ainda de acordo com a análise apresentada naquele documento, as empresas europeias e japonesas não são excepção na obtenção de receitas através do licenciamento de tecnologias, sendo apontadas como exemplos (entre outras) a Thomson (que aumentou as receitas de licenciamento de 278 milhões de euros em 1999 para 462 milhões em 2003 e que tem aproximadamente 40.900 patentes, concedidas e pendentes) e a NEC (refira-se que esta organização lançou em 2003 uma base de dados de patentes disponíveis para licenciamento – http://www.ipr-nec.com).

Já em Portugal, foi recentemente noticiada a compra da tecnológica Chipidea pela empresa americana MIPS Technology, por mais de 100 milhões de euros. A motivação da aquisição radicou no facto da Chipidea ter criado um *know-how* único na área dos semicondutores (cujo valor de propriedade intelectual a nível do mercado mundial se estima em 1.800 milhões de euros). Ao nível das políticas governamentais, a inovação é um factor de atracção de investimento estrangeiro, de criação de novas indústrias e fortalecimento das existentes. Numa economia global, a competitividade só pode manter-se à custa da inovação permanente (um estudo recente aponta que 20% do comércio internacional assenta em novas patentes).

Em Portugal, o Quadro de Referência Estratégica Nacional 2007-2013 refere que, embora se assista à criação e desenvolvimento de um conjunto de empresas inovadoras e internacionalmente competitivas, designadamente em actividades de nível tecnológico avançado, a maioria do sistema empresarial existente não revela capacidade suficiente para abordar os mercados internacionais com base em factores de competitividade dinâmicos e sofisticados, como por exemplo as patentes. Estabelece ainda metas de desenvolvimento em termos de patentes: pretende-se atingir em 2010 as 12 por milhão de habitante (em 2002 o número de patentes por milhão de habitante registadas no EPO por nacionais foi de 4,3).

## 2. Patentes

### 2.1 Enquadramento

Uma patente é um direito de propriedade industrial que visa proteger invenções (progressos tecnológicos merecedores de especial tutela).

Carlos Olavo define invenção como a "operação intelectual de que resulta algo que aparece pela primeira vez; uma obra do espírito que realiza uma novidade".

Contrapõe-na, assim, à descoberta que se reporta a realidades que já existem, ainda que desconhecidas até àquele momento. Ao atribuir ao inventor um direito exclusivo e privativo sobre um produto ou processo inovadores, pretende-se promover e incentivar o progresso tecnológico, uma vez que se está a proteger o investimento efectuado para obter aquele produto ou processo, possibilitando a sua rentabilização, ao mesmo tempo que se divulga[3] a invenção a quem quer que esteja interessado.

A divulgação da invenção (em jornais oficiais, bases de dados) é benéfica para a comunidade em geral e funciona como uma forma de promoção do titular da invenção, não só pelo mérito que lhe é publicamente atribuído, como também por potenciar a angariação de clientes e de negócios.

Em Portugal, este direito está previsto e regulado no Código da Propriedade Industrial (C.P.I.), cabendo ao INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial) a atribuição e protecção deste e doutros direitos privativos de propriedade industrial.

### 2.2 O que pode ser objecto de patente?

Podem ser objecto de protecção por patente as invenções novas, que impliquem actividade inventiva e sejam susceptíveis de aplicação industrial (art. 51.º C.P.I). As invenções podem constituir produtos ou processos (respectivamente patentes de produto e de processo) e respeitar a qualquer domínio da tecnologia, desde que os requisitos atrás sublinhados estejam todos presentes.

Assim, ao confrontarmo-nos com a possibilidade de termos inventado algo, devemos analisar a nossa invenção para verificarmos se estão reunidos os requisitos para que esta possa ser protegida por patente:

> **novidade:** a invenção é considerada nova quando não esteja compreendida no estado da técnica, isto é quando não seja conhecida, não tenha nunca sido utilizada ou realizada, constituindo um avanço relativamente ao que já existe;

[3] O inventor é obrigado a redigir o documento de patente de forma a que uma pessoa competente na matéria possa realizar a invenção (a descrição da patente deve conter uma explicação pormenorizada de, pelo menos, um modo de realização da invenção).

> **actividade inventiva:** implica actividade inventiva a invenção que não decorra de forma óbvia do estado da técnica para um perito naquela área tecnológica. Se embora nova, for possível a um especialista chegar àquela solução com o que já existe, a invenção não é patenteável;

> **aplicação industrial:** é um critério bastante amplo que significa que a invenção tem de poder ser fabricada ou utilizada em qualquer género de indústria ou agricultura.

O conceito "estado da técnica", relativamente ao qual os critérios de novidade e actividade inventiva são aferidos, é definido (art. 56.º do C.P.I.) como integrando "tudo o que, dentro ou fora do País, foi tornado acessível ao público antes da data do pedido de patente ou modelo de utilidade, por descrição, utilização ou qualquer outro meio". Considera–se igualmente como compreendido no estado da técnica o "conteúdo dos pedidos de patentes e de modelos de utilidade requeridos em data anterior à do pedido de patente ou de modelo de utilidade, para produzir efeitos em Portugal e ainda não publicados" (consideram-se nestes os pedidos de patente europeia ou pedidos internacionais em que Portugal esteja designado como um dos países de protecção).

Torna-se, pois, crucial para o próprio inventor manter a novidade absoluta da invenção, impedindo as divulgações desta (através do segredo) ou limitando-as ao previsto na lei. Face à lei portuguesa[4], determinado tipo de divulgações são permitidas não prejudicando a novidade: as divulgações feitas pelo requerente/inventor, em comunicações perante sociedades científicas, associações técnicas profissionais, ou por motivo de concursos, exposições e feiras portuguesas ou internacionais, oficiais ou oficialmente reconhecidas (desde que o pedido de patente dê entrada nos doze meses após a divulgação e que o requerente prove, no prazo de três meses após o pedido, que a divulgação ocorreu nos prazos e termos previstos na lei).

### 2.3 As excepções

Existem excepções quanto à patenteabilidade das invenções, elencadas nos arts. 52.º e 53.º do C.P.I. e que derivam do facto de umas não serem consideradas invenções e outras, por razões de ordem pública.

Assim, entre outras e de forma abreviada, não são patenteáveis:

> as descobertas, as teorias científicas e os métodos matemáticos;

> os materiais ou as substâncias já existentes na natureza;

> as criações estéticas;

> os projectos, princípios e métodos do exercício de actividades intelectuais em matéria de jogo ou no domínio das actividades económicas, assim como os programas de computadores, como tais, sem qualquer contributo[5];

> as apresentações de informação;

> os métodos de tratamento cirúrgico ou terapêutico do corpo humano ou animal e os métodos de diagnóstico aplicados ao corpo humano ou animal.

Estão igualmente excluídas da patenteabilidade:

> os processos de clonagem de seres humanos;

> os processos de modificação da identidade genética germinal do ser humano;

> as utilizações de embriões humanos para fins industriais ou comerciais;

> os processos de modificação de identidade genética dos animais que lhes possam causar sofrimentos sem utilidade médica substancial para o homem ou para o animal, bem como os animais obtidos por esses processos;

> o corpo humano, nos vários estádios da sua constituição e do seu desenvolvimento;

> as variedades vegetais ou as raças animais, assim como os processos essencialmente biológicos de obtenção de vegetais ou animais.

### 2.4 A protecção

O pedido de patente que tenha sido concedido em Portugal confere ao seu titular (que, note-se, pode não ser o inventor, já que o pedido pode ser formulado em nome de pessoa diversa deste. Neste caso, o inventor terá apenas direito a ser mencionado no requerimento e no título da patente) o direito exclusivo (monopolista, portanto) de explorar a invenção em qualquer parte do território português, impedindo que terceiros o façam sem o seu consentimento. Isto significa que este direito exclusivo se reporta ao território no qual a protecção foi pedida. Esta é uma característica dos direitos de propriedade industrial em geral: a territorialidade.

A patente solicitada em Portugal, e sujeita por isso à lei portuguesa, apenas protege o seu titular no território nacional, pelo que se revela de suma importância uma análise dos mercados potenciais de destino dos produ-

[4] Existem legislações que não permitem este tipo de divulgações, pelo que havendo a intenção de avançar com pedidos de patentes noutros países haverá que ter este facto em consideração.

[5] A exclusão dos programas de computador enquanto tais leva-nos à já "velha" polémica da protecção do *software* pela via da patente.

tos e/ou processos, tendo em vista a tomada de decisão sobre se o pedido de patente deverá ser efectuado apenas em Portugal ou também noutros países.

Neste último caso, o pedido deverá ser efectuado individualmente em cada país ou para grupos de países através de organizações internacionais como a Organização Europeia de Patentes (via Europeia), ou a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (via Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes). O âmbito de protecção da patente limita-se ao conteúdo das reivindicações.

A patente tem uma duração máxima de 20 anos contados da data do respectivo pedido (desde que durante esse período sejam pagas as anuidades devidas)[6]. Findo este período cai no domínio público, podendo ser utilizada por qualquer pessoa. Durante a vigência da patente, o seu titular pode usar as palavras "patenteado", Patente nº ." ou ainda "Pat. Nº".

## 3. Marca

### 3.1 O que é?

Tal como a patente, a marca é um direito de propriedade industrial. Previsto no art. 222.º e seguintes do C.P.I., distingue-se da primeira por se destinar a proteger um sinal distintivo do comércio (e não uma invenção)[7]. O seu objectivo é diferenciar no mercado os produtos ou serviços de um comerciante (pessoa singular ou empresa), tornando visível e conhecida para o consumidor a proveniência daqueles.

Uma marca pode ser constituída por um sinal ou conjunto de sinais susceptíveis de representação gráfica, nomeadamente palavras, incluindo nomes de pessoas, desenhos, letras, números, sons, a forma do produto ou da respectiva embalagem e ainda frases publicitárias, desde que sejam adequados a distinguir os produtos ou serviços de uma empresa dos de outras empresas concorrentes.

As marcas podem ser nominativas (constituídas apenas por letras ou palavras), figurativas (por figuras, desenhos) ou mistas. É pois essencial, para que seja conferida protecção de marca a um sinal, que este seja susceptível de ser representado graficamente e possua capacidade distintiva.

A capacidade e eficácia distintivas são aferidas de forma concreta face aos produtos/serviços a que a marca se destina e face à percepção que o público terá dessa marca.

### 3.2 A protecção

O registo da marca confere ao seu titular o direito exclusivo e monopolista de usar a marca nos seus produtos e serviços. Pode, ainda, impedir que terceiros, sem o seu consentimento, usem o mesmo ou semelhante, para produtos ou serviços idênticos ou afins, desde que, em consequência da semelhança, esse uso possa causar um risco de confusão no espírito do consumidor.

Tal como a patente, a marca é também um direito territorial: a protecção pedida e concedida em Portugal é válida e oponível a terceiros apenas no território nacional.

Igual juízo de avaliação dos mercados e dos países de protecção deve ser efectuado quando se pretenda efectuar o pedido.

A duração da protecção pode prolongar-se indefinidamente no tempo, já que se admite que o registo, concedido por um período inicial de dez anos, seja indefinidamente renovado por iguais períodos (desde que o pagamento das correspondentes taxas seja satisfeito). É também essencial que a marca seja efectivamente usada. De cinco em cinco anos após a data de concessão (salvo quando forem devidas as taxas de concessão), o titular da marca deve apresentar uma declaração de intenção de uso no INPI. Caso a declaração não seja apresentada, a marca deixa de ser oponível a terceiros, podendo a pedido de qualquer interessado ser declarada a caducidade da marca.

Durante a vigência do registo da marca, o titular pode usar associado ao sinal as palavras "Marca registada", as iniciais M.R. ou o símbolo internacionalmente reconhecido ®.

## 4. Direito de autor

### 4.1 O que é?

O direito de autor, tal como já afirmado, é uma forma de protecção da propriedade intelectual que tem por objectivo proteger as criações intelectuais do domínio literário, científico e artístico, por qualquer modo exteriorizadas e dotadas de originalidade, na medida em que reflectem a personalidade do seu autor (a originalidade não é aferida através da novidade ou do mérito).[8] São as obras que são protegidas.

As ideias, os processos, os sistemas, os métodos operacionais, os conceitos, os princípios ou as descobertas não são, por si só e enquanto tais, protegidos pelo direito de autor.

Em Portugal, os direitos de autor (e os direitos conexos - prestações dos artistas intérpretes ou executantes,

[6] A duração de 20 anos foi estabelecida pela Convenção da Patente Europeia, sendo também o mínimo fixado pelo Acordo ADPIC/TRIPS.
[7] De notar que uma invenção protegida por uma patente, pode também ser conhecida no mercado (nacional ou internacional) através de uma designação específica protegida como marca.
[8] Com o aparecimento da imprensa e da gravura no séc. XV, a noção de propriedade intelectual e o direito de autor conheceram uma mudança decisiva.

dos produtores de fonogramas e de videogramas e dos organismos de radiodifusão) estão regulados no Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos e em legislação complementar.

### 4.2 A protecção

A protecção por direito de autor é independente do cumprimento de qualquer formalidade ou registo, existindo com e a partir da exteriorização da obra. O direito de autor compreende uma vertente moral (direito a reivindicar a paternidade da obra, direito à integridade da obra) e uma vertente patrimonial (direito a utilizar ou a fruir a obra e a ser remunerado em função da exploração desta e a autorizar a sua utilização e fruição por terceiros). Estas vertentes podem ser exercidas separadamente já que o autor pode transmitir ou onerar, total ou parcialmente, o conteúdo patrimonial do direito de autor (já não o pode fazer quanto à vertente moral).

O direito de autor é protegido, em regra, durante toda a vida do seu autor e para lá da morte deste, num prazo de 70 anos a contar daquela data. Findo este prazo a obra cai no domínio público.

### 4.3 Os programas de computador

A protecção dos programas de computador revestiu-se de polémica e, mesmo agora que a opção legislativa tomada (em Portugal e na Europa) foi pela via do direito de autor, a polémica não cessou, subsistindo uma divisão entre os partidários da solução consagrada e os que defendem que o direito de patente será a forma de protecção mais adequada.

A Directiva 91/250/CEE consagrou a protecção do *software* pelo direito de autor, tendo sido transposta para a legislação nacional por um diploma autónomo (e não pela simples remissão e eventual alteração do Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos) - o DL 250/94 de 20/10. Neste diploma consagra-se uma "protecção análoga à conferida às obras literárias" aos programas de computador com carácter criativo, incidindo esta protecção sobre a sua expressão, sob qualquer forma. O titular de um programa de computador tem direitos patrimoniais exclusivos (direito de fazer ou autorizar a reprodução do programa, direito de o transformar e de o pôr em circulação) e uma vertente moral que garante ao titular originário o direito à menção do nome no programa e o direito à reivindicação da autoria deste.

Não obstante os direitos exclusivos atrás enunciados, existem actos que o titular não pode proibir ao utente legítimo de um programa de computador:

> utilização;

> realização de uma cópia de apoio (*backup)*;

> observação;

> estudo ou ensaio do funcionamento do programa tendo em vista a sua utilização.

Já as operações de descompilação (*reverse engineering)* só serão lícitas quando indispensáveis para a obtenção de informações necessárias à interoperabilidade com outros programas. A reprodução não autorizada de um programa de computador é penalmente sancionada, sendo aplicável o disposto na Lei 109/91 de 17/8.

## 5. O segredo

Um segredo de negócio consiste em informação (de natureza técnica, comercial, de gestão, etc), desde que tenha valor e seja desconhecida (devendo estar para tanto devidamente protegida). O exemplo mais famoso, frequentemente apontado, é o da fórmula da Coca-Cola: apenas dois empregados da empresa conhecem a fórmula e até à data ninguém conseguiu duplicá-la.

O segredo de negócio poderá ser uma ferramenta útil nos casos em que a organização está a avaliar se determinada invenção merecerá ser ou não patenteada ou nos casos em que estando a patenteabilidade afastada, ainda assim, a informação se reveste de valor económico. O segredo pode, pois, ser complementar à protecção por patente ou uma alternativa à patente em si. A seu favor tem factores como o baixo custo (não existem custos de registo, por exemplo), constituir uma protecção imediata e não ser limitada no tempo. Contudo, apresenta também inconvenientes: a protecção é difícil de manter e, uma vez publicado ou revelado, qualquer pessoa se pode dele apropriar.

O princípio fundamental é que um segredo para ser mantido, não pode (não deve) ser partilhado. Como proceder, pois, se pretendermos fazer negócios utilizando o segredo de que dispomos e que sabemos valioso? O segredo de negócio não dispõe de nenhuma forma de protecção por registo (como a patente, por exemplo). Uma das formas é utilizar a via contratual (sem esquecer que existem formas de protecção técnicas e físicas de acesso à informação, de utilidade indiscutível), estabelecendo acordos de confidencialidade sempre que se revele necessária a divulgação de informação daquela natureza, ou inserindo cláusulas de confidencialidade nos contratos a estabelecer com parceiros de negócio (de licença de *know-how*, de industrialização ou comercialização, por exemplo).

Nos acordos de confidencialidade, que podem ser unilaterais ou bilaterais (consoante o fluxo de informação se processe num só sentido ou nos dois), deve ser identificado o proprietário da informação e o destinatário, a natureza da informação a trocar no âmbito do acordo e a finalidade para a qual poderá ser utilizada. Devem igualmente ser definidas as obrigações que recaem sobre o

destinatário e o período durante o qual a informação deverá permanecer confidencial (período que poderá ser indefinido ou limitado no tempo, consoante a informação em causa) e a quem dentro da organização destinatária pode a informação ser divulgada. Para evitar equívocos quanto à finalidade do acordo e quanto à propriedade da informação trocada, é também aconselhável inserir uma disposição afirmando que o acordo não confere quaisquer direitos sobre a informação (além dos de utilização especificados). Tendo em vista garantir que o destinatário da informação irá cumprir as obrigações de confidencialidade, é aconselhável incluir uma cláusula penal, sujeitando o destinatário da informação que tenha violado as suas obrigações ao pagamento de uma quantia pecuniária.

A melhor forma de protecção do segredo de negócio é, apesar de tudo, mantê-lo restrito a um número reduzido de pessoas. Assim, se for necessária a divulgação e optando–se pelo estabelecimento de um acordo de confidencialidade, é prudente revelar apenas, e na justa medida do necessário, para atingir o objectivo (estratégico, comercial ou técnico).

## 6. Conclusões

É indiscutível a importância da propriedade intelectual para uma empresa de I&D (ou de qualquer outro tipo) como activo intangível cada vez mais valorizado e diferenciador (face à concorrência) numa economia global.

Importa, por isso, conhecer e desmistificar os direitos de propriedade intelectual, tendo em vista uma eficaz gestão, exploração e rentabilização desse património.

Com efeito, não basta ser titular de um significativo *portfolio* de patentes e marcas para que uma empresa seja mais valiosa (pode granjear fama e pouco mais).

É fundamental que estes direitos sejam geridos e explorados por forma a gerarem receitas, num processo que envolverá, necessariamente, toda a organização.

[1] Carlos Olavo, Propriedade Industrial, Vol I, 2ª edição, Almedina, 2005.
[2] Manuel Lopes Rocha e Pedro Cordeiro, Protecção Jurídica do Software, Edições Cosmos, 1995.
[3] www.inpi.pt.
[4] www.ompi.int.
[5] www.oecd.org ("Intellectual Property as na Economic Asset: Key Issues in Valuation and Exploitation", 2005).
[6] www.gda.pt.

**Isilda Costa**, licenciou-se em Direito pela Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra (1989). Pós-Graduação em Estudos Europeus pela Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra e em Direito da Comunicação pelo Instituto Jurídico da Comunicação da Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra. Desde 1989 tem prestado apoio jurídico, primeiro no Centro de Estudos de Telecomunicações e desde 1999 na PT Inovação, no Gabinete da Comissão Executiva.

04

Rui Costa

# Exemplos Elementares de Teoria dos Números em Telecomunicações

palavras-chave:
CRC, Euler, Fermat, Galois, *hash*, RSA

A Teoria dos Números é um domínio da Matemática que trata dos números inteiros e suas propriedades e cuja importância se tem evidenciado no campo das Telecomunicações. Alguns dos seus problemas têm enunciados suficientemente simples para poderem ser percebidos por uma criança com soluções suficientemente subtis para não terem sido ainda encontradas por nenhum adulto. Algumas das suas ideias elementares faziam parte da "Aritmética Racional" do programa do secundário até meados da década de 1970. Fazemos aqui a brevíssima abordagem de algumas aplicações às telecomunicações numa leve perspectiva matemática e histórica.

O objectivo não é uma taxonomia lineana mas uma espécie de quadros de uma exposição sobre o tema.

Para familiarizar o leitor, a 1ª secção apresenta o tema via exemplos históricos ao estilo "Obras Completas de Shakespeare em 97 minutos". As secções seguintes apresentam exemplos da sua aplicação nas Telecomunicações, articulados com exemplos quotidianos ou universalmente conhecidos, detendo-se um pouco mais em pormenor na criptografia RSA.

## 1. Introdução

A origem da Teoria dos Números funde-se com a da civilização humana. Ao tempo de Pitágoras (ilha de Samos, ~séc VI a.C.), os triplos agora seus homónimos[1] eram já conhecidos pelos babilónios há mais de milénio e meio, sendo possivelmente usados para ajustar trocas de terrenos [1]. Teoria dos números é divisibilidade, factorização, aritmética modular[2][3], primos[2] . Entre os trabalhos de Euclides (séc. III a. C.) contam-se o teorema "Existe um número infinito de primos", o algoritmo para o cálculo do *mdc* (máximo divisor comum) , e a conjectura[3] de que "existe um número infinito de primos gémeos[4]". Apesar da série dos inversos dos primos,

$$\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{5}+\frac{1}{7}+\frac{1}{11}+\ldots$$

divergir, o norueguês Viggo Brun mostrou no início do séc. XX que a série dos inversos dos primos gémeos

$$\frac{1}{3}+\frac{1}{5}+\frac{1}{5}+\frac{1}{7}+\frac{1}{11}+\frac{1}{13}+\cdots$$

converge. Ao calcular uma estimativa da soma desta série com fins educativos, Thomas Nicely verificou que o resultado obtido com o pentium diferia do dos *486*, identificou como causa uma falha daquele em algumas divisões em vírgula flutuante e sacudiu a Intel ao "tropeçar" no *bug* que levou ao fim do 1º pentium [2][5]. Outro resultado aprendido no ensino básico, é o Teorema da Factorização Única: qualquer natural superior a 1 pode ser expresso pelo produto de um número finito de potências de primos, sendo esta factorização única a menos da ordem de factores. Um dos objectos de estudo da teoria dos números é o das equações diofantinas[6], de variáveis inteiras. Por exemplo: "as soluções para pavimentar um plano sempre com o mesmo polígono" levam à equação

$$\frac{1}{2}=\frac{1}{m}+\frac{1}{n}$$

(concorrendo em cada vértice *m* polígonos de *n* lados). O leitor facilmente concluirá que esta equação, com uma infinidade de soluções reais, tem apenas três soluções

[1]Um triplo pitagórico é um terno de naturais a, b, c tais que $a^2+b^2=c^2$. Um triângulo pitagórico é um triângulo rectângulo (onde é válido, portanto, o Teorema de Pitágoras) com os lados naturais.
[2]Um natural maior que 1 é primo quando é divisível apenas por si próprio e pela unidade. *a* e *b* dizem-se *primos entre si* quando mdc(a,b)=1.
[3]Uma conjectura é, como um teorema, uma proposição suposta verdadeira, mas ao contrário deste, ainda por ninguém demonstrada. É um problema em aberto. A conjectura dos primos gémeos é portanto um problema em aberto há ~23 séculos.
[4]Se *p* e *p+2* são ambos primos denominam-se *primos gémeos*.
[5]Os primos e a sua distribuição nos naturais são fundamentais em operações de factorização, ocupando um lugar central na teoria dos números. Juntamente com estas séries, o Teorema dos Números Primos, "$\lim_{x->+\infty} \pi(x)/[x/\ln(x)] = 1$", demonstrado pela primeira vez no final do século XIX (de la Vallée Poussin e Hadamard), caracteriza essa distribuição [$\pi(x)$ é o número de primos não superior a *x*].
[6]Diofanto: matemático grego; Alexandria séc. III d.C.

naturais: concorrência nos vértices de 6 triângulos, 4 quadrados ou 3 hexágonos. Mostra-se que as soluções da pitagórica[1]

$x^2+y^2=z^2$

(x, y, z naturais e primos 2 a 2)

são $x=r^2-s^2$ e $y=2rs$,

com *mdc*(r,s)=1, r>s, um de r,s sendo par e outro ímpar [6]. Como corolário, a área de um triângulo pitagórico é múltipla[7] de 6. Um dos mais célebres problemas da teoria dos números é o Último Teorema de Fermat. Pierre de Fermat foi um jurista do séc. XVII e matemático amador. Durante a leitura de um livro de Diofanto anotou na margem que a equação

$x^n+y^n=z^n$

não tem soluções inteiras quando n>2, acrescentando[8] "*Descobri uma maravilhosa prova disso, que, no entanto, não cabe nas margens deste livro*". Durante mais de 300 anos muitos tentaram debalde atacar o problema, criando áreas matemáticas novas e mostrando relações insuspeitas entre outras aparentemente independentes. Em 1995, Andrew Wiles demonstrou pela primeira vez o que até então era a conjectura de Fermat, culminando o trabalho de uma equipa mais virtual que a da comunidade Gnu/Linux (em muitos casos os intervenientes não eram sequer contemporâneos), mostrando o espírito humano no seu melhor. Assombra a improbabilidade com que o teorema chegou até nós: Fermat não publicou os seus trabalhos (um dos filhos o fez) e o Diofanto original anotado nunca foi encontrado. Há a dúvida sobre se Fermat o teria realmente demonstrado: muitas das ferramentas usadas por Wiles e seus predecessores não existiam no tempo de Fermat. Outro teorema devido a Fermat, generalizado por Euler, oportunamente apresentado noutra secção, é a base da criptografia da chave pública.

## 2. O CRC e a Prova dos 9

A detecção de erros é um processo ubíquo e quotidiano. A prova dos 9 é um exemplo clássico, aplicado à verificação de operações aritméticas. O *International Standard Book Number* (ISBN)[9] é outro exemplo. Em [2], o autor explica, na história que dá o nome ao livro, como a curiosidade de um matemático da Universidade de Coimbra[10] sobre "para que será o algarismo que acompanha o número do BI dum cidadão português" o levou a concluir que se trata também de um algarismo de verificação do número do BI num processo igual ao do ISBN a menos da ordem dos algarismos[11].

Sempre que usamos uma linha analógica ou RDIS que seja remotizada através de uma rede TDM, a primeira agregação será provavelmente um E1 com *cyclic redundancy check* (CRC4) no seu TS0. O mesmo vale para qualquer serviço que use um E1 com CRC4. A própria sinalização analógica transportada num E1 é, em alguns casos (ex: interfaces V5, algumas interfaces proprietárias), transmitida em pacotes HDLC que usam um *frame check sequence* (FCS). A sinalização analógica sobre interfaces V5, a sinalização RDIS, bem como a camada 2 de uma TMN SDH[12] são exemplos de utilização do protocolo LAPD, transportado também em pacotes HDLC (de novo o FCS). Em todos os casos o objectivo é a detecção de erros para uma repetição, por um operador humano ou um protocolo, e eventualmente a avaliação da qualidade da transmissão. O CRC4 dum E1, adicionalmente, impede que um utilizador malicioso simule o padrão de sincronismo, o que em certas condições poderia destruir a referência correcta do TS0: com o CRC4 o operador detecta erros em toda a trama E1 e não apenas no TS0 e uma vez que o utilizador malicioso não tem acesso a todo o E1 (só o operador o tem), não pode simular o CRC4 correcto nem portanto o padrão de sincronismo que o contém. Nas redes de pacotes os mecanismos de detecção de erros são também omnipresentes: sempre que geramos um pacote *ethernet* ele terá o seu FCS. Pacotes IPv4 e ICMP usam FCS para o cabeçalho... O objectivo é a eliminação de pacotes com FCS errado para não ocuparem recursos da rede, e permitir ao operador avaliar problemas. A miniaturização de componentes faz-se sentir por vezes na redução do número de pinos e esta na preferência de uma interface série a uma paralela. O DS2401 da

[7] A área é par por *r* ou *s* o ser. Para verificar que é múltipla de 3 basta p.ex. verificar as combinações das 3 possibilidades (3k, 3k+1, 3k-1) para *r* e *s* na expressão da área, $rs(r^2-s^2)$.

[8] n=2 seria a forma geral de um triplo pitagórico.

[9] É um número de 10 algarismos onde os 9 primeiros identificam um determinado livro e o 10.º é um algarismo de verificação. Se os 9 primeiros algarismos forem $a_1a_2a_3a_4a_5a_6a_7a_8a_9$, o algarismo de verificação $a_{10}$ é dado pelo resto da divisão por 11 da soma $a_1+2a_2+3a_3+...+9a_9$ ou, equivalentemente, a soma $a_1+2a_2+3a_3+...+10a_{10}$ é múltipla de 11. Como tal resto pode tomar os valores de 0 a 10, convencionou-se representar 10 por X (da mesma forma que na base 16 os algarismos A a F representam os números 10 a 15 da decimal).

[10] Jorge Picado.

[11] $a_{10}a_9a_8a_7a_6a_5a_4a_3a_2a_1$; o algarismo que acompanha o BI é agora $a_1$ em vez de $a_{10}$, determinado de forma à mesma soma $a_1+2a_2+3a_3+...+10a_{10}$ ser múltipla de 11. Infelizmente, Jorge Picado concluíu também que o Ministério da Justiça não usava um *X* quando o resto era 10, mas antes um *0*, reduzindo a segurança da verificação nos casos destes dois restos. Ex: o número *x* que acompanha o BI 9498130 obriga a que a soma x+2x0+3x3+4x1+...+9x8 seja múltipla de 11 (x=2).

[12] Quando a camada física são DCCs duma interface STM. TMN denota aqui o acrónimo anglo-saxónico de rede de gestão de telecomunicações.

Maxim/Dallas, por exemplo, tem 2 pinos funcionais: um é a massa; o outro é simultaneamente alimentação, recepção e transmissão de dados. É uma ROM de 48 bits (para MACs ethernet, por exemplo) que usa também um CRC para validação do conteúdo.

Alguns FCS são baseados numa adição: os exemplos supra dos cabeçalhos IPv4 e ICMP são o complemento para 1 da soma em complemento para 1 das palavras de 16 bits constantes dos cabeçalhos (algo como a "soma de controlo" da declaração de IRS). Entre as desvantagens destes conta-se a invariância do FCS com a troca da ordem de palavras. Os FCS baseados em CRC são mais robustos, ainda que, por mapearem palavras de M em N bits (com M>>N) se continue a tratar de funções não injectivas, sendo portanto possível encontrar tramas distintas com o mesmo FCS.

Intuitivamente olhamos para o FCS como "uma espécie de prova dos 9". Quando este é um CRC, as semelhanças são mais do que uma mera imagem intuitiva: O CRC é o resto da divisão dum polinómio dividendo de coeficientes binários (a trama) por um polinómio divisor prédefinido. A operação é feita à emissão e recepção para verificar a igualdade dos 2 restos. Quando fazemos a "prova dos 9" estamos na realidade a calcular restos da divisão por 9 dos operandos e a relacioná-– los pela equação implícita na operação a verificar para verificá-la. A razão pela qual a prova é "dos 9" é a nossa base de numeração decimal: na base 10, um número é múltiplo de 9 se e só se a soma dos seus algarismos o fôr[13], gozando os seus divisores (3) da mesma propriedade.

### 3. Funções *Hash*

As funções *hash*[14] surgem em cenários pseudo-CAM[15] e autenticação. Como os CRC/FCS, são funções naturais de variável natural não injectivas: mapeiam um sub-–conjunto {n∈N0: n<M} noutro {n∈N0: n<N}, onde M>N.

Tanto em bases de dados como em protocolos ocorre com frequência a necessidade de se procurar rapidamente um elemento numa lista cujo campo *x* tem o valor *y*. Um exemplo que todos conhecemos é a tabela de associação MAC-IP dos nossos PC: as entradas são inseridas em resultado do *ARP*. Quando um PC precisa de enviar um pacote IP, procura na tabela o MAC respectivo ao preencher o cabeçalho Ethernet. A tabela não é indexada pelo IP, nem pelo MAC, mas por um natural consideravelmente menor, pois o PC não disponibiliza nada na ordem de $2^{32}$ registos exclusivamente para esta função (4GB se cada registo fosse 1 só *byte* - no mínimo cada registo será 10x maior). Isto implica que algo tem de responder rapidamente à pergunta "qual a entrada que contém o IP xpto?". É como se arrumássemos cada IP e respectivo MAC numa gaveta diferente dum armário e quando construíssemos um pacote precisássemos de saber qual a gaveta onde guardámos aquele par. Podemos percorrer as gavetas uma a uma até encontrar a que procuramos, mas não rapidamente... Uma CAM responde a esta questão, mas o seu *hardware* é distinto do da RAM que usamos.

A *hash* é a pseudo-CAM que faz esta função. Surge também sempre que um protocolo recebe um pacote contendo um índice que tem de ser usado para seleccionar a instância correcta de uma base de dados, mas que a não indexa directamente. Isto é consequência da gama de valores potencial ser superior ao número de entradas da tabela a pesquisar (M>>N), e esta ter uma dimensão que desaconselhe percorrer todas as gavetas (num grande ciclo *for*). Uma *bridge* usa uma *hash* para identificar em que entrada da sua tabela de MAC (tipicamente com espaço para alguns milhares) se encontra o MAC do pacote que recebeu (potencialmente numa gama de alguns biliões) e assim saber quais as portas por onde deve encaminhá-lo; uma interface V5 usará também uma *hash* para indexar a porta analógica ou RDIS a que se refere o endereço L3 constante do pacote recebido e poder assim indexar a máquina de estados correspondente.

A *hash* pode também ser usada para autenticar informação, isto é, anexar a um bloco de informação uma assinatura autenticadora dele dependente. No fundo isto não é diferente dum FCS, se equipararmos o descarte de pacotes errados ao descarte de pacotes ilegítimos/forjados. A principal diferença entre a HMAC-MD5 (RFC2104 e RFC1321) e um FCS é a inclusão de uma chave escolhida pelo utilizador (um FCS não tem geralmente essa flexibilidade).

Quem usa Linux já decerto terá usado o comando *md5sum*, geralmente como um FCS para verificar a igualdade de ficheiros. O protocolo *Multiple Spanning Tree Protocol* (MSTP)[16] usa HMAC-MD5 para sintetizar em 16 *bytes* do pacote os 8K do mapea-

[13] $a_{n-1}...a_1a_0 - (a_{n-1}+...+a_1+a_0) = a_{n-1}x(10^{n-1}-1)+...a_2(100-1)+a_1(10-1)$ = múltiplo de 9, por $10^i$-1 também o ser. O mesmo vale para 3, o único divisor de 9. Numa base genérica *b*, o mesmo valeria para b-1 e seus divisores e teríamos a "prova dos *b-1*". Assim, o número 123456789ABCDEF ou qualquer número obtido por permutação dos seus algarismos é na base 16 múltiplo de 15 (prova dos 15) e dos seus divisores, 3 e 5; os números A20, 20A, A02 na mesma base serão múltiplos de 3 mas não de 5 nem de 15; o número 1234567 na base 8 sê-lo-á de 7 (prova dos 7), etc.

[14] Literalmente *mistura*.

[15] CAM: acrónimo anglo-saxónico para memória endereçável por conteúdo. Denotámos assim um funcionamento análogo ao de uma CAM.

[16] HMAC-MD5 acaba neste caso por ser também uma FCS, já que no MSTP a chave é rígida.

mento das VLAN nas instâncias MSTP. O SNMPv3 e o IPsec usam HMAC-MD5 (alternativamente HMAC-SHA-1) para autenticação e DES para encriptação.

## 4. Criptografia

A criptografia é possivelmente tão antiga como a própria escrita. Os alfabetos ou cifras de César correspondiam a mapeamentos das 26 letras do alfabeto[17] em outras. Imaginemos dois alfabetos em círculos concêntricos que podem ser desalinhados um do outro.

Por exemplo: se o desalinhamento fôr um avanço de 5 letras, a palavra *ave* seria encriptada como *faj*. Mesmo sem a tecnologia actual é fácil, até mesmo mentalmente, descodificar uma mensagem destas com um ataque de força (neste caso não tão) bruta, devido ao reduzido número de chaves possíveis, desde que conheçamos a língua do texto original[18].

Poderíamos sofisticar um pouco o método, destruindo a ordem alfabética da cifra, o que aumentaria o número de chaves. Os criptógrafos atacam estes métodos via análise estatística do texto encriptado: em cada língua cada letra tem uma determinada probabilidade de ocorrência e dessa forma é possível determinar-se o mapeamento inverso.

Na história de Conan Doyle *The Adventure of the Dancing Men*, Holmes baseia-se neste princípio para decifrar uma mensagem [7]. Imaginemos que além da eliminação da ordem alfabética da cifra a fazíamos variar durante a encriptação, i.e., partindo duma cifra de César, eliminamos a ordem alfabética (dois alfabetos em círculos concêntricos mas com ordem não alfabética no alfabeto cifrado) e fazemos variar a chave durante a encriptação. Chama-se a isto cifra polialfabética e foi nesta ideia que se basearam Arthur Scherbius e Richard Ritter quando conceberam um dos mais célebres sistemas de criptografia da História: a Enigma, usada pela *Wehrmacht* alemã durante a Segunda Guerra Mundial. Sem pormenores, a Enigma dispunha de um conjunto de rotores, cada um com uma permutação das 26 letras. Várias permutações em série seriam trabalho penoso para obter apenas outra permutação, não fosse o facto de após a encriptação de cada carácter avançar uma posição o 1.º rotor, após cuja revolução o 2.º rotor avançava uma posição (como um odómetro), etc. Ataques bem sucedidos à Enigma foram conduzidos por matemáticos polacos (Marian Rejewski) ainda antes da guerra e mais tarde por um grupo britânico de onde se destacou Alan Turing. É um facto ter sido capturada uma Enigma do submarino U110[19] pela marinha britânica e não do U571 pela americana, como rezava o recente filme homónimo.

As primeiras versões do UNIX usavam um sistema vagamente baseado na Enigma com um só rotor de 256 posições (código ASCII?) para encriptar *passwords*, evoluindo mais tarde para *Data Encrypton Standart* (DES).

Todos os métodos de criptografia supracitados obrigam a um contacto prévio entre as partes (emissor e receptor) para definição da chave e sempre que esta tem de ser mudada. As partes podem combinar nesse contacto uma "regra de mudança" da chave, mas cuja alteração implica também novo contacto.

Na década de 1970 Rivest, Shamir e Adleman propuseram um método que dispensa este contacto: o sistema R.S.A. de chave pública. Neste método cada receptor divulga uma chave pública associada a uma função encriptadora *f*:N->N, mantendo secreta a sua inversa $f^{-1}$.

O processo é tal que é extremamente complexo determinar a chave secreta, excepto para o receptor. Quando alguém quer transmitir a este receptor uma mensagem, encripta-a usando a chave por ele publicada. Como só o receptor conhece a chave secreta, só ele tem acesso à mensagem original. Este método baseia-se num teorema de Euler que é uma generalização do chamado "pequeno teorema de Fermat".

O pequeno teorema de Fermat diz–nos que, se *p* é primo e *a* inteiro tal que mdc(a,p)=1, então $a^{p-1}$-1 é múltiplo de *p*, ou[20, 21], $a^{p-1}$=1 mod p.

Mantenhamos a hipótese do pe-

[17] Perdoe-se o anacronismo. Para uniformização dos exemplos consideramos alfabetos de 26 letras.

[18] Uma língua desconhecida pode ser um bom método de encriptação. Os E.U.A. exploraram esta variável na Segunda Guerra Mundial através de uma rede de soldados índios Navajo.

[19] Duas curiosidades: "*U*" - abreviatura de *U-Boot*. *U-Boot* abrevia simultaneamente a palavra germânica (literalmente) *barco submarino* e também *universal bootloader*, usado em sistemas embebidos *Linux*, incluindo a maioria dos actuais equipamentos PT Inovação. U1277 – entre os naufrágios na costa portuguesa conta-se este, que repousa desde 1945 ao largo de Leça da Palmeira.

[20] Dois números *a* e *b* congruentes para um determinado módulo *n* (a=b mod n) têm o mesmo resto na divisão por *n* e diferem de um múltiplo de *n* (a-b=kn). Por exemplo: 3 e 8 são congruentes módulo 5; 31/Ago e 7/Set "são congruentes módulo 7" (mesmo dia da semana). Note-se a similaridade entre as noções de *módulo* e *período de um sinal periódico* e entre *congruentes e pontos em fase*.

[21] Se *i* e *j* forem ambos naturais distintos inferiores a *p*, *ai* e *aj* não são congruentes módulo *p*. Se o fossem, *a(i-j)* seria múltiplo de *p*, o que é absurdo, pois i-j<p, e nem *i-j* divide *p* (por este ser primo) nem *a o divide*, por *a* e *p* serem por hipótese primos entre si. Isto significa que *ai* e *aj* têm restos distintos módulo *p* (**esta ideia é fundamental**). Daqui resulta que a, 2a, 3a, 4a, ..., (p-1)a têm *todos* restos distintos módulo *p*; como são em número de p-1 são todos os restos possíveis na divisão por *p* à excepção de *0* (se algum deles tivesse tal resto seria divisível por *p*; como não o é...). Logo, a(2a)(3a)(4a)...(p-1)a=(1+$x_1$p)(2+$x_2$p)...(p-1+$x_{p-1}$p) = (p-1)!+wp, donde resulta ($a^{p-1}$-1)(p-1)!=wp. Como (*p-1*)! não divide *p*, resulta de imediato a tese do teorema.

queno teorema de Fermat, mas considerando agora um natural *n* em vez do primo *p*. Restrinjamos *i* e *j* um pouco mais: antes eram naturais menores que *p*; agora são elementos de

$U = \{i \in N: i<n \text{ e } \gcd(i,n) = 1\}$

e temos o pequeno teorema de Fermat generalizado por Euler[22]:

$a^{\Phi(n)} = 1 \bmod n$.

Quando *n* é primo,

$\Phi(n) = n-1$

(todos os naturais que precedem um primo são primos com ele) e temos o pequeno teorema de Fermat como um caso particular deste[23].

O método RSA consiste em tomar um subconjunto de $N_0$ com elementos inferiores a um determinado natural *n* "muito grande" e definir sobre esse subconjunto uma função injectiva encriptadora *f* que mapeie cada natural do subconjunto noutro. O receptor publica o necessário ao cálculo de *f* (a chave pública) mantendo secreto o necessário ao cálculo da inversa $f^{-1}$. A mensagem a encriptar é seccionada em números inferiores a *n* que serão depois encriptados um a um. As operações efectuadas são módulo-*n*.

O receptor começa por escolher 2 primos *p* e *q* que definem o natural "muito grande"[24] $n=pq$. Calcula $\Phi(n)=(p-1)(q-1)$. Escolhe um natural *e* tal que $1<e<\Phi(n)$ e $\gcd(e,\Phi(n))=1$. Publica a sua chave pública – o par $(e,n)$ – sem divulgar os primos *p* e *q*. Calcula ainda a sua chave privada, o par $(d,n)$, onde $ed = 1 \bmod \Phi(n)$. A existência de *d*, o inverso de *e* módulo $\Phi(n)$, é garantida por *e* ser primo com $\Phi(n)$ (cf. *ideia fundamental*,[21]: o produto módulo $\Phi(n)$ de e por qualquer outro natural inferior a $\Phi(n)$ com ele primo é ainda um natural inferior a $\Phi(n)$ com ele primo; como o conjunto desses naturais é finito, um deles será forçosamente 1). A resolução de $ed=1 \bmod \Phi(n)$ em ordem a *d* pode ser feita pelo algoritmo de Euclides.

A função encriptadora *f* aplica-se a cada natural $x<n$ em que a mensagem foi partida:

$f(x) = x^e \bmod n$.

Desta forma, cada número–secção da mensagem $x<n$ é mapeado noutro $f(x)<n$. A função desencriptadora é

$f^{-1}(y) = y^d \bmod n$,

pois

$x^{ed} \bmod n =$

$x^{1 \bmod \Phi(n)} \bmod n =$

$x^1 x^{k\Phi(n)} \bmod n =$

$x(x^{\Phi(n)})^k \bmod n$,

o qual, pelo teorema de Euler é

$x(1 \bmod n)^k \bmod n$.

Desenvolvendo em binómio de Newton, dá $x \bmod n=x$, número original – mensagem original[25].

Para além do próprio receptor que publica a chave *e* e o módulo $n=pq$, mantendo secretos os 2 factores primos do módulo *p* e *q* e a chave privada *d*, qualquer outra entidade (mesmo o próprio transmissor) terá muita dificuldade em encontrar *p* e *q*, por conseguinte, $\Phi(n)$ e *d* e por conseguinte em desencriptar uma mensagem. É fácil multiplicar 2 números "muito grandes" *p* e *q,* mas factorizar certos números é demasiado moroso. Nestes factos se baseia a RSA. A margem deste artigo é demasiado estreita para a importante análise quantitativa do número de operações (e por conseguinte do tempo) dos algoritmos, omnipresente em [5].

Exemplo simples, com números muito pequenos: p=3 e q=11; $n=3x11=33$ e $\Phi(n)=(3-1)(11-1)=20$. Escolhamos a chave e=13. De $13d=1 \bmod 20$ temos d=17. Para

[22]De novo *ai* e *aj* são incongruentes módulo *n*, caso contrário a(i-j) seria múltiplo de *n*, o que é absurdo (*i-j* teria de ser múltiplo de *n* por *a* com *n* serem por hipótese primos; como i-j<n...). Assim, o produto de *a* por cada elemento de U módulo *n* resulta num novo elemento de U. Como é finito o número de elementos de U, $(au_1)(au_2)(au_3)...=(u_1+k_{1n})(u_2+k_{2n})(u_3+k_{3n})...$ (o número de elementos é o cardinal de U). Simplificando, $(a^{\Phi(n)}-1)\Pi u_i=mn$. ($\Phi(n)$, a função *fi* de Euler, é o número de elementos de U – o seu cardinal.) Uma vez que nenhum dos elementos de U divide *n*, o múltiplo deste tem de estar em $a^{\Phi(n)}-1$, donde resulta de imediato a tese do teorema de Euler. Apesar de irrelevante para o tema, refira-se que entre os trabalhos do matemático português Daniel Augusto da Silva se conta uma generalização deste teorema [6].

[23]Outra importante característica da função *fi* é a multiplicativa: se *a* e *b* são primos entre si, $\Phi(ab)=\Phi(a)\Phi(b)$ ($\Phi(a)$ é a diminuído do respectivo número de divisores; como *a* e *b* não têm divisores comuns e *ab* tem todos os divisores de *a* e de *b*...). Outra propriedade: se *p* é primo, $\Phi(p^m)=p^m-p^{m-1}$ (todos os naturais inferiores a $p^m$ à excepção dos múltiplos de *p*, em número de $(p^m)/p$.

[24]Objectivar "muito grande" depende da dificuldade que se quer criar a ataques de força bruta. Estes dependem (mais) da evolução dos métodos de factorização e (menos) da da capacidade dos computadores. No fundo, falamos do tamanho do palheiro onde um *hacker* terá de procurar a agulha, do tamanho da praia onde procurar um certo grão de areia. Exemplo: R-129, problema proposto pelos autores do RSA, usava 64 algarismos decimais para p, 65 para *q* que davam, pelos valores concretos de *p* e *q*, um *n* de 129 algarismos. Com os métodos de factorização e a tecnologia informática de 1977 estimou-se em 40 biliões de anos o tempo necessário a um ataque de força bruta. O crivo quadrático (Pomerance, 1981), a evolução informática e a distribuição de trabalho durante 8 meses por 600 voluntários na internet (exemplo do triunfo da rede sobre a *mainframe*) permitiram um ataque de força bruta bem sucedido em 1994, 17 anos (!) após a publicação do problema [7].

[25]O teorema de Euler não é aplicável quando *x* e *n* não são primos entre si. Visto *n* ser o produto de 2 primos *p* e *q*, isto corresponderia ao caso de *x* ser um deles ou *0*. Se x=0 o método RSA ainda funciona, pois $0^e=0^d=0^{ed}=0$. Se *x* é um dos primos, suponhamos sem perda de generalidade que se trata de *p*. Então [7] $x^{ed} = x^{1 \bmod fi(n)} = x^1(x^{q-1})^{(p-1)k}$, o que, pelo pequeno teorema de Fermat é $x(1 \bmod q)^{k(p-1)}$ e pelo binómio de Netwon, x mod q. Isto significa que $x^{ed}-x$ é múltiplo de *q*. Como por hipótese x é *p*, então $x^{ed}-x$ é múltiplo de pq=n ou, reescrevendo, $x^{ed}=x \bmod n$ e temos a validade do método RSA nas excepções à hipótese do teorema de Euler.

uma mensagem x=2 temos a encriptação

$f(2)=2^{13} \bmod 33 = 8$

e a desencriptação

$f^{-1}(8)=8^{17} \bmod 33 = 2.$

$f$ e $f^{-1}$ poderão parecer muito morosas em exemplos reais, da mesma forma que $8^{17} \bmod 33$ pode parecer assustador sem calculadora científica, mas na prática não é este o ponto de maior demora, graças à aritmética modular:

$8^{17} = (((8^2)^2)^2)^2 \times 8.$

$8^2 = (-2) \bmod 33 =>$

$8^4 = 4 \bmod 33 =>$

$8^8 = 16 \bmod 33 =>$

$8^{16} = 256 \bmod 33 = 25 \bmod 33 =>$

$8^{17} = 25 \times 8 \bmod 33 = 2 \bmod 33.$

O RSA é usado, por exemplo, pelo PKCS#1 (RFC3447).

## 5. Sequências pseudo aleatórias

A aplicação mais usada deste tema é talvez o analisador digital. Equipamentos de análise TDM (E1, STM, ...), ethernet, etc, usam frequentemente no *payload* sequências pseudo aleatórias como forma de simular os dados que os clientes originariam. Outro exemplo é a verificação da integridade de uma unidade num contexto de protecção de equipamento usando um sinal digital: será menos provável haver interpretações erradas quando este é uma sequência pseudo aleatória do que um relógio ou nível lógico. As sequências pseudo aleatórias baseiam-se numa operação sobre um natural de *m* bits {1, 2, ...$2^m$-1} cujo resultado ainda pertence a este conjunto. O facto de percorrerem o conjunto completo antes de o voltarem a repetir (pela mesma sequência – daí *pseudo*) é o que as torna singulares. A sequência, aparentemente aleatória, é na realidade uma permutação da sequência 1, ... $2^m$-1. Tal como no CRC, a aritmética aqui definida representa cada um destes naturais por um polinómio cujos coeficientes são os seus algarismos na base 2. O conjunto destes polinómios (adicionando o nulo), dotado da adição módulo 2 e a multiplicação de polinómios diz-se GF($2^m$), extensão de GF(2) (GF: *Galois Field*)[26]. Da mesma forma que as potências de um elemento primitivo de GF(p) percorrem todos os seus elementos, as de um polinómio primitivo de GF($2^m$) percorrem todos os seus polinómios não nulos. Os polinómios primitivos são irredutíveis, i.e., não podem ser factorizados (não têm raízes). A Teoria de Galois veio fechar um ciclo de investigação sobre as equações polinomiais: a resolução das equações do 2.º grau data de 1800 a.c. (babilónios), a das do 3.º e 4.º graus por métodos algébricos data do séc. XVI (S. del Ferro, N. Tartaglia, Cardano). Durante quase 3 séculos procuraram-se métodos algébricos para a resolução de equações polinomiais de graus superiores. Só no início do séc. XIX o trabalho de Ruffini e Abel mostrou a impossibilidade geral e, numa versão algo lendária, Galois legou um critério de aferição da solubilidade destas equações numa carta a um amigo na véspera do duelo em que pereceu aos 20 anos. Na Teoria de Galois, polinómios geradores de sequências pseudo aleatórias como os das normas O do ITU e a exequibilidade da construção de polígonos com régua e compasso[27] têm um denominador comum.

[26] O Campo de Galois GF(p), com *p* primo, é o conjunto {0, 1, ... p-1} com as operações usuais módulo *p*. Todos estes campos têm pelo menos um elemento primitivo, i.e., cujas potências formam todos os elementos não nulos do campo. Para GF(5), 2 e 3 são primitivos. As sequências das respectivas potências (expoentes 0 a 4) módulo 5 são, respectivamente, 1, 2, 4, 3 e 1, 3, 4, 2. A razão para isto prende-se ainda com a *ideia fundamental* exposta na nota 21 e com o próprio teorema de Fermat. Poderíamos olhar para isto como uma forma de obter sequências pseudo aleatórias. As extensões polinomiais GF($2^m$) sobre GF(2) têm uma relação directa com a numeração binária e a arquitectura de *shift registers*, além de usarem operações mais simples e rápidas sendo por isso mais adequadas para processadores e ASICS.

[27] Impossível quando a razão entre o lado e o raio da circunferência circunscrita não é um número algébrico (solução por método algébrico de uma equação). Por isso é possível desenhar-se rigorosamente um pentágono (sin π/5 é raiz da biquadrática $16x^4-20x^2+5=0$) mas não um heptágono, por exemplo.

**Referências**

[1] Amir D. Aczel, O Último Teorema de Fermat, Gradiva, Out 1997.
[2] Jorge Buescu, O Mistério do BI e Outras Histórias, "Crónicas das Fronteiras da Ciência", Gradiva, Mai 2005.
[3] J. Jorge G. Calado, Compêndio de Aritmética Racional, Livraria Popular de Francisco Franco, 2ª Edição, 1972.
[4] http://en.wikipedia.org/wiki/Enigma_machine
www.ibm.com/developerworks/library/pa-bigiron5/
http://cs.sookmyung.ac.kr/class/03279/lecnotes/lec05.htm
http://www.cs.rochester.edu/u/brown/Crypto/studprojs/Enigma.html
http://www.nzgirl.co.nz/articles/827KOBLITZ.
[5] Neal Koblitz, A Course in Number Theory and Cryptography, Springer Verlag, 1987; 1994.OWEN.
[6] Brison Owen, Teoria Elementar dos Números I, in Boletim da Sociedade Portuguesa de Matemática nº 33. Gráfica de Coimbra, Dez 1995. ISSN 0872-3672.SARRICO.
[7] Carlos Sarrico, Os Números Primos e o Sistema de Codificação R.S.A., in Boletim da Sociedade Portuguesa de Matemática nº 33. Gráfica de Coimbra, Dez 1995. ISSN 0872-3672.SWEENEY.
[8] Peter Sweeney, Error Control Coding: an introduction, Prentice Hall International (UK) Ltd, 1991.ISBN0-13-2841266t
http://www.snellwilcox.com/community/knowledge_center/white_papers/picture_appraisal_rating.pdf.

**Rui Costa**, licenciou-se em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações (Universidade de Aveiro, 1994). Fez Mestrado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações - Processamento Digital de Sinal (Universidade de Aveiro, 1996). Tem desenvolvido na PT Inovação/SIR, sistemas de telecomunicações para a rede de acesso desde 1996 até a actualidade.

05

Neila Campacci

# Utilização de Técnicas de Negociação na Especificação de Requisitos

palavras-chave:
Negociação,
requisitos, conflitos,
acordo, alternativa, proposta

Uma equipe de requisitos está posicionada entre os clientes externos (por exemplo: Vivo) e internos (por exemplo: equipe de desenvolvimento, parametrização, testes, dentre outras) e necessita negociar nas duas direções para chegar a um consenso. Esta posição é muito importante para os projetos, cujo objectivo consiste em defender os interesses de ambos os lados e, assim, atingir a principal meta: “a satisfação dos clientes internos e externos”.

Para isto, são utilizadas técnicas de negociação para lidar com as diversas situações e atender os clientes envolvidos. Trabalhos no sentido de entender as necessidades do cliente, desvendar o real problema a ser resolvido, são relevantes para obter um produto final que realmente atenda seus desejos e agregue valor ao seu negócio.

Este artigo tem por objetivo apresentar algumas técnicas de negociação aplicadas nos trabalhos de especificação de requisitos com clientes internos e externos, que contribuem para a melhoria do relacionamento e auxilia na garantia de sua satisfação.

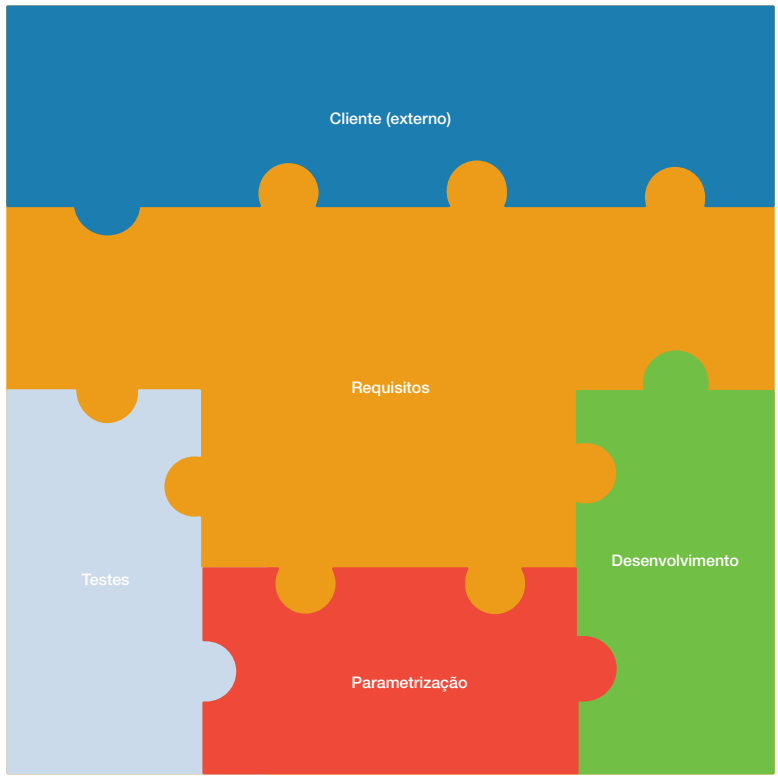



Figura 1- Relacionamento da equipe de requisitos com os clientes internos e externos

## 1. Introdução

A actividade de especificação de requisitos praticamente inicia o ciclo de vida de um projeto e consiste em uma fase importante para o bom andamento de todas as outras fases deste projeto. Requisitos bem especificados e alinhados com a expectativa do cliente externo e descritos com o detalhamento necessário para amparar os trabalhos do cliente interno, reduzem a necessidade de retrabalho e contribuem para o sucesso do projeto.

Neste artigo, serão utilizados os termos **cliente externo**, que representa o cliente final da empresa, ou seja, quem contratou o projeto, e o termo **cliente interno**, que representa outras áreas da empresa que também participam e contribuem no processo de especificação de requisitos.

Ambos interagem com o profissional de requisitos e cabe a este levar o consenso entre os dois lados, garantindo o entendimento e acordo. Nesta interação são utilizadas regras de negociação para garantir um ambiente de trabalho bem produtivo, além de requisitos bem especificados e produtos que realmente atendam as necessidades dos clientes (Figura 1).

## 2. Técnicas de negociação

Entende-se por negociação a capacidade de viabilizar um ponto de consenso, no qual todas as partes envolvidas cheguem a resultados positivos e mutuamente aceitáveis, ainda que, inicialmente, tenham diferentes pontos de vista e interesses não alinhados. Para viabilizar o consenso, tanto com o cliente externo, quanto com o cliente interno, o profissional de requisitos utiliza algumas técnicas de negociação. Estas estão descritas nas seções seguintes em conjunto com a aplicação das mesmas no cotidiano dos trabalhos de especificação do projeto.

### 2.1 Preparação

A preparação consiste na organização da informação recebida e levantamento de dados relevantes. Esta atividade é importante antes de participar de uma reunião com o cliente externo e interno, antes de iniciar a confecção dos documentos de requisitos para a apresentação da proposta, dentre outras situações. Uma preparação bem realizada contribui para o sucesso das atividades que seguirão esta fase.

### 2.2 Detalhamento das informações

Uma especificação detalhada dos requisitos é realizada com sucesso quando se define muito bem o problema e, para isto, é necessário fazer boas perguntas, as quais foram formuladas e pensadas no momento da preparação. Nem sempre o verdadeiro problema está claro para o cliente. A definição do problema real auxilia na indicação da solução adequada.

Há situações em que, com o detalhamento dos requisitos solicitados, é possível identificar que não há necessidade de grandes desenvolvimentos ou estruturações e que o desejo do cliente pode ser atendido com o sistema que o mesmo já possui, incluindo configurações adicionais ou pequenas adequações.

Uma postura que auxilia muito na busca de soluções consiste em se apresentar para uma reunião ou conversa com o cliente sem preconceitos. Se dirigir para uma reunião aberto a sugestões, aumenta a criatividade e, com isto, facilita o desenho de uma solução eficaz para todos os envolvidos.

### 2.3 Comunicação

A comunicação deve ser clara e objetiva, afinal, a comunicação não consiste apenas no que uma pessoa diz, e sim no que a outra pessoa ouve e entende.

Recomenda-se certificar de que o que foi dito foi realmente entendido. Para isto, a utilização de exemplos, descrição de cenários, preparação de casos de uso são de extrema importância para o entendimento real do que está sendo proposto.

A comunicação é facilitada quando as ideias estão bem organizadas e esclarecidas, desta forma, não se pode ficar com dúvidas sobre qualquer requisito, por mais simples que ele possa parecer.

É necessário sempre garantir que o cliente entendeu corretamente a proposta que será entregue. Se houver pré-requisitos que devam ser cumpridos, os mesmos precisam estar bem detalhados, garantindo assim que os responsáveis estejam cientes. Se existirem restrições na proposta escolhida pelo cliente, as mesmas devem ser apresentadas de maneira a não deixar dúvidas ou dupla interpretação.

Se o cliente for de outra região ou país, é necessário conhecer sua cultura, costumes, valores e língua para que se tenha uma boa comunicação. Quando as partes falam línguas diferentes, a probabilidade de erros de interpretação se multiplica. Por exemplo, a palavra "compromisso" em inglês pode ser entendida como "solução intermediária com a qual ambos os lados podem conviver". Entretanto, em persa, carece do significado positivo, tendo apenas uma interpretação negativa, como em "a virtude dela ficou comprometida" ou "nossa integridade foi comprometida". De modo similar a palavra "mediador", em persa, sugere "intrometido" – alguém que interfere sem ser convidado.

No início de 1980, o Secretário Geral das Nações Unidas, Kurt Waldheim, voou para o Irã para lidar com a questão dos reféns. Seus esforços foram gravemente afetados quando a rádio e a televisão nacionais do Irã anunciaram em persa um comentário que ele teria feito em sua chegada a Teerã: "Vim como mediador para elaborar uma solução de compromisso". Uma hora depois da transmissão da notícia, o carro de Waldheim estava sendo apedrejado por iranianos enfurecidos. [3].

### 2.4 Relacionamento com o cliente

O cliente interno ou externo não deve ser visto como um oponente e sim como um parceiro. Num processo de especificação de requisitos e na negociação da proposta, o profissional desta área deve se colocar ao lado dos clientes para a definição de uma alternativa de ganhos para ambos. Se a proposta desenhada e apresentada fizer com que o negócio de seus clientes prosperem, consequentemente, os negócios de seus fornecedores também prosperarão.

A confiança é importantíssima neste relacionamento, como em qualquer outro. Construir este relacionamento com o cliente é um compromisso que deve ser sempre mantido. A confiança é adquirida quando ambos os lados são transparentes em relação às propostas e alternativas como, por exemplo, deixando claras as vantagens e desvantagens na apresentação de cada proposta.

Destacam-se outros fatores, não menos importantes, na melhoria deste relacionamento, como o cumprimento de um acordo e a pontualidade.

### 2.5 Saber ouvir

Nas reuniões com o cliente interno e externo, uma das maiores habilidades para o levantamento de requisitos é "saber ouvir". Esta atitude contribui positivamente para a obtenção das informações com um grande nível de detalhes.

Neste momento é necessário investir algum tempo, caso o cliente deseje apresentar as várias situações do problema e os vários motivos que originaram o pedido. São nestes exemplos e explicações que se obtêm as informações úteis para efetuar uma proposta que realmente atenda as suas necessidades.

### 2.6 Se colocar na posição do outro

No processo de negociação, confome diz William Ury [3] é sempre necessário "se imaginar dentro dos sapatos dos outros, mesmo que seu pé seja de tamanho diferente". Esta postura do profissional de especificação de requisitos é importante para "viver" e entender a realidade e os motivos do cliente.

Olhar com o ponto de vista do outro, pensar com a cabeça do cliente e se imaginar em seu lugar, são exercícios que devem ser realizados para obter propostas e produtos que superem suas expectativas.

Antes de entregar cada proposta é preciso se perguntar "se estivéssemos no lugar do cliente, aceitaríamos esta solução?". Com esta resposta, pode-se ter a certeza se a proposta que será apresentada atenderá ou não o desejo do cliente.

### 2.7 Propostas e Alternativas

Nem sempre o que é vislumbrado pelo cliente externo é possível de ser desenvolvido da forma como foi imaginado. Algumas variáveis podem não ter sido levadas em consideração pelo cliente como, por exemplo, impactos relevantes sobre uma

plataforma de tempo real e sobre sistemas *online*.

Nesta situação, o papel do profissional de especificação de requisitos é apresentar alternativas objetivas que atendam as necessidades do cliente e não introduzam riscos no funcionamento do sistema, além de apresentar as restrições, quando necessárias.

A decisão entre uma proposta ou outra deve ser sempre do cliente. Para auxiliá-lo na tomada desta decisão, a apresentação, de forma transparente, das vantagens e desvantagens de cada alternativa, é imprescindível.

Após o fechamento do acordo e a definição da proposta que será utilizada para resolver o problema, é aconselhável repassar o que ficou definido, para refinar pontos que podem ter passado despercebidos, além de reforçar o entendimento de ambos os lados.

### 2.8 Gestão de conflitos

Da mesma forma que o profissional de especificação de requisitos se posiciona em um projeto entre o cliente interno e externo, o mesmo pode estar entre vários "clientes externos" na especificação de um produto. Estes clientes externos podem ser de diversos departamentos da empresa cliente, como também outros fornecedores que precisam atuar para a obtenção do produto desejado.

Neste momento, podem ocorrer conflitos entre departamentos, pois cada um pode precisar do produto de uma determinada forma. Também é possível ocorrer conflitos entre os vários fornecedores e as interfaces que serão desenvolvidas para a comunicação de várias plataformas.

A solução destes conflitos deve ser realizada focando o problema e não as pessoas ou uma posição. O profissional de especificação de requisitos precisa intermediar ambos os lados e buscar uma alternativa que atenda os dois, afinal, a arte de negociar consiste em atender de forma satisfatória todos os envolvidos, neste caso, clientes internos e externos.

Nestas situações também é necessário ter sensibilidade e tato para lidar com os conflitos. Em uma situação de impasse, muitas vezes é aconselhável marcar uma nova reunião para que os envolvidos tenham mais tempo para analisar melhor o problema, e se for preciso, criar novas alternativas para solucioná-lo.

A emoção é um fator interveniente em uma negociação e pode atrapalhar muito o fechamento de um acordo. Se as pessoas participantes de uma negociação não estiverem em um bom estado físico e psicológico é aconselhado marcar uma nova data.

Se o profissional de especificação de requisitos perceber que o cliente está com a emoção abalada ou com problemas, é recomendado sugerir uma outra reunião, para que possa ocorrer uma negociação bem mais produtiva e a tomada de decisões acertadas.

## 3. Aplicação na PT Inovação

A utilização destas técnicas no processo de especificação de requisitos faz com que o trabalho se torne mais produtivo e menos desgastante, além de garantir a satisfação dos envolvidos (clientes internos e externos).

Fazer a preparação para uma reunião contribui positivamente para o seu êxito. Considerar o que foi solicitado pelo cliente, buscar informações do que existe implementado sobre o assunto, pensar sobre as restrições e melhorias que podem ser sugeridas são atitudes que auxiliam na condução de uma reunião e garantem que a maioria das informações sejam discutidas e detalhadas.

Nesta preparação, as equipes internas (arquitetura, desenvolvimento, parametrização, suporte dentre outras) contribuem no levantamento das informações e, geralmente, com estes dados, já é possível desenhar algumas propostas e alternativas.

O detalhamento de cada requisito, iniciando com as regras de negócio e as necessidades colocadas pelo cliente, além da descrição de cenários e exemplos, realizados juntamente com o mesmo, garantem uma especificação bem detalhada, para a criação de propostas com várias possibilidades e alternativas.

O detalhamento dos requisitos com o cliente externo será de extrema importância para o cliente interno, que terá toda a informação necessária para o desenvolvimento do produto.

A boa comunicação garante o entendimento de ambos os clientes (internos e externos) e evita desencontros, além de um produto que não era o desejado. Na PT Inovação, o profissional de especificação de requisitos tem o papel de garantir o entendimento de todos os envolvidos, promovendo reuniões, apresentações dos diferentes cenários e exemplos e um documento de especificação de requisitos bem detalhado e completo.

A postura utilizada pelos profissionais de especificação de requisitos na PT Inovação é a de se colocar ao lado dos clientes (internos e externos) e atuar como um parceiro para a resolução dos problemas e criação de novos produtos. Esta postura garante o bom relacionamento com os clientes, proporcionando um ambiente de trabalho mais tranquilo e produtivo.

Saber ouvir os clientes e se colocar "em sua posição" contribui muito para o desenho de uma solução ideal

para ambos os lados. Estar sempre em contato com o cliente, visitando seu ambiente de trabalho e vivendo seus problemas na prática são formas de melhorar o relacionamento de parceria e levantar informações importantes para a especificação de requisitos.

No desenho das soluções, o trabalho conjunto com ambos os lados auxilia na criação de um produto que atenda as necessidades reais do cliente externo. Para isto, a contribuição do cliente interno, com seu conhecimento e experiência, garante uma proposta que utilize os recursos existentes da melhor maneira possível.

As propostas são construídas visando novas possibilidades para o futuro e considerando as oportunidades de negócio que podem ser criadas para o cliente externo.

Possíveis conflitos que ocorram durante a especificação de requisitos podem ser contornados com algumas atitudes e comportamentos, conforme descritos abaixo:

> focar nos problemas e não nas pessoas;

> ouvir pacientemente cada parte para entender suas razões e necessidades;

> isolar o problema real para que o mesmo seja visível por todos os envolvidos, facilitando assim o consenso entre todos;

> buscar soluções que resolvam o problema real, além de atender e superar as expectativas do cliente;

> ter sensibilidade para perceber o emocional das pessoas, garantindo um ambiente tranquilo e produtivo.

No final de cada projeto ou negociação, é muito produtivo fazer uma avaliação de como foi conduzido o processo de negociação e a fase de especificação de requisitos. Esta avaliação contribuirá para identificar pontos que podem ser melhorados na condução das diversas situações nos próximos projetos.

Os resultados do trabalho de aplicação de técnicas de negociação na especificação de requisitos já são visíveis:

> documentos detalhados na medida necessária que dão suporte as outras fases do projeto;

> negociações de ganhos mútuos;

> condução de reuniões produtivas;

> especialização da equipe de requisitos através do trabalho em conjunto com outras equipes no desenho da solução;

> busca por alternativas que atendam às necessidades dos clientes alinhadas a soluções que tragam valor ao seu negócio.

## 4. Conclusões

Há inúmeras técnicas de negociação que são utilizadas por uma equipe de requisitos na condução dos trabalhos de especificação e desenho de soluções. Foram destacadas neste artigo algumas delas e, com sua aplicação na especificação de requisitos de um projeto, obtém-se um ambiente mais produtivo e cooperativo, focando sempre em alternativas que solucionem os problemas e atendam de forma surpreendente os objetivos dos clientes.

Esta forma de trabalhar e atuar com os clientes (interno e externo) torna uma empresa cada vez mais parceira de seus clientes, contribuindo para o sucesso dos negócios dos mesmos e, consequentemente, o sucesso de seu próprio negócio.

**Referências**

[1] Material e notas de aula do curso de “Negociação” da FGV.

[2] Reportagem “As lições de um negociador de conflitos“. Entrevista de William Ury em 1º de setembro de 2003 para o Jornal Estado de São Paulo.

[3] Livro “Como Chegar ao SIM – Projeto de Negociação da Harvard Law School”, Roger Fisher, William Ury e Bruce Patton. Editora Imago.

[4] Livro “Lições de Negociação”, revista VOCÊ SA, editora Abril.

**Neila 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, esteve envolvida na especificação de requisitos das funcionalidades da plataforma NGIN em diversos projetos. Trabalha atualmente na equipe de requisitos da plataforma NGIN Gestão da Vivo.

# siglas & acrónimos

## #

| | |
|---|---|
| **100rel** | Mecanismo utilizado para garantir o recebimento de respostas provisionais |
| **1xEv-DO** | *Evolution Data Optimized* |
| **1xEv-DV** | *Evolution Data Video* |
| **1xRTT** | *Radio Transmission Technology* |
| **2G** | Segunda geração |
| **3G** | Terceira geração |
| **3GPP** | *3rd Generation Partnership Project* |

## A

| | |
|---|---|
| **AAA** | *Authentication, Authorization and Accounting* |
| **AAL2** | *ATM Adaptation Layer Type 2* |
| **ADSL** | *Asymmetric Digital Subscriber Line* |
| **AF** | *Application Function* |
| **ALCAP** | *Access Link Control Application Protocol* |
| **AMR** | *Adaptive Multi-Rate* |
| **API** | *Application Programming Interface* |
| **APN** | *Access Point Name* |

| | |
|---|---|
| **APP** | *Application Interface* |
| **A-RACF** | *Access-Resource Admission Control Function* |
| **ARP** | *Address Resolution Protocol* |
| **ARPU** | *Average Revenue Per User* |
| **AS** | *Autonomous System* |
| **ASCII** | *American Standard Code for Information Interchange* |
| **ATM** | *Asynchronous Transfer Mode* |

## B

| | |
|---|---|
| **B2BUA** | *Back-to-Back User Agent* |
| **BGCF** | *Breakout Gateway Control Function* |
| **BGF** | *Border Gateway Function* |
| **BGP** | *Border Gateway Protocol* |
| **BI** | Bilhete de Identidade |
| **BICC** | *Bearer Independent Call Control* |
| **BM-SC** | *Broadcast/Multicast Service Centre* |
| **BRAS** | *Broadband Remote Access Server* |
| **BSC** | *Base Station Controller* |
| **BSS** | *Base Station Subsystem* |
| **BTS** | *Base Transceiver Station* |

## C

| | |
|---|---|
| **CAC** | *Call Admission Control* |
| **CAM** | *Content Addressable Memory* |
| **CAMEL** | *Customized Applications for Mobile Network Enhanced Logic* |
| **CAP3** | *CAMEL Application Part, Phase 3* |
| **CapEx** | *Capital Expenditures* |
| **CBR** | *Case Based Reasoning* |
| **CBR** | *Constant BitRate* |
| **CCI** | *Credit Control Interface* |
| **CDF** | *Charging Data Function* |
| **CDMA** | *Code Division Multiple Access* |
| **CDR** | *Charging Data Record* |
| **COPS** | *Common Open Policy Service* |
| **CPI** | Código da Propriedade Industrial |
| **CPU** | *Central Processing Unit* |
| **CRC** | *Cyclic Redundancy Check* |
| **CRM** | *Customer Relationship Management* |
| **CSAF** | *Circuit Switched Adaptation Function* |
| **CSCF** | *Call Session Control Function* |
| **CSRN** | *Circuit Switched Domain Routing Number* |
| **CTF** | *Control and Transport Framework* |

## D

| | |
|---|---|
| **DEI-FCTUC** | Departamento de Engenharia Informática da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra |
| **DES** | *Data Encryption Standard* |
| **DiNO** | *Download INNOvation* |
| **DL** | Decreto-Lei |
| **DND** | *Do Not Disturb* |
| **DNS** | *Domain Name System* |
| **DRM** | *Digital Rights Management* |
| **DS0** | *Digital Signal 0 (canal a 64 Kbps)* |
| **DSC** | *Data Service Controler* |
| **DSCF** | *Data Service Control Function* |
| **DSCP** | *Differentiated Service Code Point* |
| **DSF** | *Domain Selection Function* |
| **DSL** | *Digital Subscriber Line* |
| **DSLAM** | *Digital Subscriber Line Access Multiplexer* |
| **DTF** | *Domain Transfer Function* |
| **DTMF** | *Dual Tone Multi-Frequency* |

## E

| | |
|---|---|
| **E1** | 1ª hierarquia TDM europeia |
| **EDGE** | *Enhanced Data rates for GSM Evolution* |
| **EFR** | *Enhanced Full Rate* |
| **EMC** | *Electromagnetic Compatibility* |
| **EMS** | *Element Management System* |
| **ENUM** | *Telephone Number Mapping* |
| **EPG** | *Electronic Program Guide* |
| **EPO** | *European Patent Office.* |
| **EQ - BGP** | Extensão ao BGP |
| **EQ - COPS** | Extensão ao COPS |
| **EQ - NSIS** | Extensão ao NSIS |
| **EQ - SIP** | Extensão ao SIP |
| **ETSI** | *European Telecommunication Standards Institute* |
| **EUA** | Estados Unidos da América |
| **EuQoS** | *End-to-end Quality Support over Heterogeneous Networks* |

| | |
|---|---|
| **EV-DO** | *Evolution-Data Optimized* |

## F

| | |
|---|---|
| **FBC** | *Flow Based Charging* |
| **FCS** | *Frame Check Sequence* |
| **FLUTE** | *File Delivery over Unidirectional Transport* |
| **FOAF** | *Friend of a Friend Project* |
| **FR** | *Full Rate* |
| **FTP** | *File Transfer Protocol* |
| **FTTH** | *Fiber-to-the-Home* |

## G

| | |
|---|---|
| **GEREX** | Gestão de Redes eXteriores |
| **GF** | *Galois Field* |
| **GGSN** | *Gateway GPRS Support Node* |
| **GiICF** | *Gi Interface Control Function* |
| **GPRS** | *General Packet Radio Service* |
| **GSM** | *Global System for Mobile Communications* |

## H

| | |
|---|---|
| **HDLC** | *High-Level Data Link Control* |
| **HDTV** | *High Definition Television* |
| **HMAC** | *Hash Message Authentication Code* |
| **HSCSD** | *High Speed Circuit Switched Data* |
| **HSDPA** | *High Speed Downlink Packet Access* |
| **HSPA** | *High Speed Packet Access* |
| **HSS** | *Home Subscriber Server* |
| **HSUPA** | *High-Speed Uplink Packet Access* |
| **HTML** | *Hypertext Markup Language* |
| **HTTP** | *Hypertext Transfer Protocol* |

## I

| | |
|---|---|
| **IBCF** | *Interconnect Border Control Function* |
| **ICMP** | *Internet Control Message Protocol* |
| **I-CSCF** | *Interrogating Call Session Control Function* |
| **IETF** | *Internet Engineering Task Force* |
| **IMA** | *Inverse Multiplexing for ATM* |
| **IMRN** | *IP Multimedia Routing Number* |
| **IMS** | *IP Multimedia Subsystem* |
| **IMS-GWF** | *IMS Gateway Function* |
| **IM-SSF** | *IP Multimedia - Service Switcing Function* |
| **INPI** | Instituto Nacional da Propriedade Industrial |
| **IP** | *Internet Protocol* |
| **IPTV** | *Internet Protocol Television - Televisão Digital sobre protocolo IP* |
| **IRS** | Imposto sobre o Rendimento de pessoas Singulares |
| **ISBN** | *International Standard Book Number* |
| **ISC** | *IMS Session Control* |
| **ISP** | *Internet Service Provider* |
| **ISP** | *Internet Service Provider* |
| **ISUP** | *ISDN User Part* |
| **IT** | Instituto de Telecomunicações |
| **ITU** | *International Telecommunication Union* |

## J

| | |
|---|---|
| **J2EE** | *Java 2 Enterprise Edition* |
| **JEE** | *Java Enterprise Edition* |
| **JID** | *Jabber Identifier* |
| **JPEG** | *Joint Photographic Experts Group* |
| **JSLEE** | *Jain Service Logic Execution Environment* |

## K

| | |
|---|---|
| **KPIs** | *Key Performance Indicators* |
| **KQIs** | *Key Quality Indicators* |

## L

| | |
|---|---|
| **L2TF** | *Layer 2 Termination Function* |
| **LAPD** | *Link Access Protocol-D Channel* |
| **LBS** | *Location Based Services* |
| **LTR** | *Lost Ticket Recovery* |

## M

| | |
|---|---|
| **MAC** | *Media Access Control* |
| **MBMS** | *Multimedia Broadcast Multicast Service* |
| **MD5** | *Message-Digest algorithm 5* |
| **MEDIA** | *Mass Efficient Delivery for Interactive Audiovisuals* |
| **MG** | *Media Gateway* |
| **MGW** | *Media Gateway* |
| **MMS** | *MMS Center* |

| | |
|---|---|
| **MMS** | *Multimedia Messaging System* |
| **MOS** | *Mean Opinion Score* |
| **MPLS** | *Multi Protocol Label Switching* |
| **MRF** | *Media Resource Function* |
| **MRF** | *Multimedia Resource Funcion* |
| **MRFC** | *Media Resource Function Controller* |
| **MSC** | *Mobile Switching Centre* |
| **MSISDN** | *Mobile Subscriber ISDN Number* |
| **MSTP** | *Multiple Spanning Tree* |

## N

| | |
|---|---|
| **NASS** | *Network Attachment Sub-System* |
| **NAT** | *Network Address Translation* |
| **NGIN** | *Next Generation Intelligent Networks* |
| **NGN** | *Next Generation Networks* |
| **NGOSS** | *New Generation Operations Systems and Software* |
| **NIF** | Número de Identificação Fiscal |
| **NSIS** | *Next Steps In Signaling* |
| **NSN** | *NOKIA SIEMENS NETWORKS* |
| **NVBR** | *Non-Real-Time Variable Bit Rate* |

## O

| | |
|---|---|
| **OCDE** | Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico |
| **OCF** | *Online Charging Function* |
| **OCS** | *Online Charging System* |
| **OFCS** | *Offline Charging System* |
| **OMA** | *Open Mobile Alliance* |
| **OpEx** | *Operating Expenditures* |
| **OSA** | *Open Services Architecture* |
| **OSS** | *Operation Support System* |

## P

| | |
|---|---|
| **PABX** | *PABX – Private Automatic Branch Exchange* |
| **PCB** | *PCB – Printed Circuit Board* |
| **PCC** | *PCC – Policy Control and Charging* |
| **PCEF** | *Policy Charging Enforcement Function* |
| **PCM** | *Personal Communication Manager* |
| **PCRF** | *Policy Charging Rule Function* |
| **P-CSCF** | *Proxy Call Session Control Function* |
| **PDP** | *Policy Decision Point* |
| **PIDF** | *Presence Information Data Format* |
| **PIP** | *Picture-in-Picture* |
| **PNA** | *Presence Network Agent* |
| **PNG** | *Portable Network Graphics* |
| **PoC** | *Push to talk Over Celular* |
| **PPCA** | Posto Particular de Comutação Automática |
| **PRS** | *Premium Rate Service* |
| **PS** | *Policy Server* |
| **PSTN** | *Public Switched Telephone Network* |
| **PTT** | *Push-to-talk* |

## Q

| | |
|---|---|
| **QCM** | *Quality Control Module* |
| **QoE** | *Quality of Experience* |
| **QoS** | *Quality of Service* |

## R

| | |
|---|---|
| **RA** | *Resource Adapter* |
| **RACS** | *Resource and Admission Control Subsystem* |
| **RAM** | *Random-Access Memory* |
| **RAN** | *Radio Access Network* |
| **RBT** | *RingBackTones* |
| **RCEF** | *Resource Control Enforcement Function)* |
| **RDF** | *Resource Description Framework* |
| **RDIS** | Rede Digital com Integração de Serviços |
| **RDP** | *Remote Desktop Protocol* |
| **RH** | *RADIUS Handler* |
| **RLS** | *Resource List Server* |
| **RNC** | *Radio Network Controller* |
| **ROI** | *Return On Investment* |
| **ROM** | *Read-Only Memory* |
| **RPG** | Redes de Próxima Geração |
| **RPID** | *Rich Presence Information Data* |
| **RSA** | *Rivest, Shamir, & Adleman* |
| **RSS** | *Really Simple Syndication* |
| **RTDAP** | *Real Time Data Application Protocol* |
| **RTP** | *Real-time Transport Protocol* |
| **RTSP** | *Real Time Streaming Protocol* |
| **RVBR** | *Real-Time Variable Bit Rate* |

## S

| | |
|---|---|
| **SALINA** | *SALINA – Setting Up an All IP Network in Aveiro* |
| **SBB** | *SBB – Service Building Block* |
| **SBC** | *SBC – Session Border Controler* |
| **SCF** | *SCF – Service Control Function* |
| **SCP** | *SCP – Service Control Point* |
| **S-CSCF** | *S-CSCF – Serving Call Session Control Function* |
| **SDF** | *Service Data Function* |
| **SDF** | *Service Delivery Framework* |
| **SDH** | *Synchronous Digital Hierarchy* |
| **SDP** | *Service Data Point* |
| **SDP** | *Session Description Protocol* |
| **SELT** | *Single Ended Loop Testing* |
| **SGF** | Sistema de Gestão de Fraude |
| **SHA** | *Secure Hash Algorithm* |
| **shipnet®** | *Service Handling on IP Networks* |
| **SI** | Sistemas de Informação |
| **SID** | *Silence Identifier* |
| **SIP** | *Session Initiation Protocol* |
| **SMS** | *SMS center* |
| **SMS** | *Short Messaging Service* |
| **SNMP** | *Simple Network Management Protocol* |
| **SNR** | *Signal-to-Noise Ratio* |
| **SOA** | *Service Oriented Architectures* |
| **SPDF** | *Service Policy Decision Function* |
| **SPIT** | *SPam over Internet Telephony* |
| **SQL** | *Structured Query Language* |
| **SQM** | *Service Quality Management* |
| **SS#7** | Sistema de Sinalização nº7 |
| **STB** | *Set-Top Box* |
| **STM** | *Synchronous Transfer Mode* |
| **SVA** | Serviços de Valor Acrescentado |

## T

| | |
|---|---|
| **TCP** | *Transmission Control Protocol* |
| **TDM** | *Time Division Multiplexing* |
| **TDMA** | *Time Division Multiple Access* |
| **TISPAN** | *Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking* |
| **TRAU** | *Transcoding and Rate Adapter Unit* |
| **TRIPS** | Acordo sobre aspectos dos direitos de propriedade intelectual relacionados com o comércio |
| **TRX** | *Transceiver* |
| **TS** | *Timeslot* |

## U

| | |
|---|---|
| **UA** | Universidade de Aveiro |
| **UBR** | *Unspecified Bit Rate* |
| **UDP** | *User Datagram Protocol* |
| **UE** | *User Equipment* |
| **UMTS** | *Universal Mobile Telecommunication System* |
| **UNTV** | Unidade de Negócios de TV da PT Comunicações |
| **URI** | Documento de *Resource Lists* |

## V

| | |
|---|---|
| **VBR** | *Variable Bit Rate* |
| **VC4** | *Virtual Container* |
| **VCC** | *Voice Call Continuity* |
| **VCI** | *Virtual Channel Identifier* |
| **VDSL** | *Very High Speed Digital Subscriber Line* |
| **VoATM** | *Voice over ATM* |
| **VOD** | *Video on Demand* |
| **VoIP** | *Voice over Internet Protocol* |
| **VPI** | *Virtual Path Identifier* |
| **VPN** | *Virtual Private Network* |
| **VQEG** | *Video Quality Experts Group* |

## W

| | |
|---|---|
| **WAP** | *Wireless Application Protocol* |
| **WCDMA** | *Wideband Code-Division Multiple-Access* |
| **WLAN** | *Wireless Local Area Network* |
| **WML** | *Wireless Markup Language* |

## X

| | |
|---|---|
| **XCAP** | *XML Configuration Access Protocol* |
| **XDMS** | *eXtensible Document Management Server* |
| **xDSL** | *x Digital Subscriber Line* |
| **XFN** | *XHTML Friends Network* |
| **xHTML** | *eXtensible Hypertext Markup Language* |

| | |
|---|---|
| **XML** | *eXtensible Markup Language* |
| **XMPP** | *eXtensible Messaging and Presence Protocol* |