APRESENTAÇÃO

Com a publicação do 2º número da revista " Saber & Fazer Telecomunicações ", a PT Inovação contribui para a divulgação no Grupo PT do conhecimento que decorre das suas actividades de Investigação & Desenvolvimento.

Esta partilha de conhecimento faz parte da nossa missão, enquanto empresa instrumental , e é a base da relação de parceria que construímos com as restantes Empresas do Grupo PT.

Espero que os temas agora tratados sejam úteis para os nossos leitores.

Agradeço aos autores dos artigos que, para além das actividades normais, tiveram que fazer um esforço adicional para que esta revista se tornasse uma realidade.

João
Mota

SERVIÇOS EM TELEFONIA MÓVEL PARA REDES CMDA NO BRASIL

IDMA, CDMA, Redes Móveis, Brasil

Neste artigo é abordada a especificidade dos serviços de telefonia móvel de Voz, Dados e Serviços de Valor Acrescentado nas redes CDMA do Brasil. Para tal apresentamos os serviços mais relevantes actualmente em exploração na VIVO, bem como alguns factos relativos ao actual e futuro mercado brasileiro de telefonia móvel. O documento também discorre sobre a importância das soluções PT Inovação no desenvolvimento da telefonia móvel no Brasil. No artigo são usados propositadamente termos de português de Portugal e português do Brasil fazendo a ponte linguística entre as duas comunidades.

1 Telefonia Móvel no Brasil

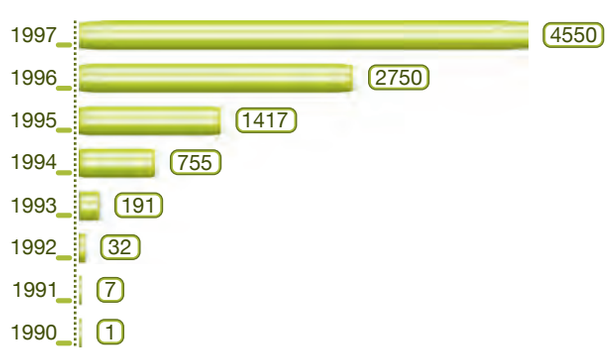
1.1 Introdução

A telefonia móvel é chamada no Brasil de telefonia celular, nome que advém desta tecnologia de telecomunicações ser baseada na divisão territorial geográfica em número de áreas ou células. Cada célula contém um transmissor-receptor de baixa potência, denominado Estação Rádio Base (ERB), que se comunica por sinal de rádio com os terminais móveis, no Brasil chamados de telefones celulares, localizados na célula. Cada célula é ligada a uma Central de Comutação e Controle (CCC), que controla a rota de chamadas e que é ligada à Rede Pública Comutada de Telefones. A CCC controla ainda gestão de frequências dentro da área da célula e permite aos clientes dos telefones celulares a livre locomoção de uma célula para outra, dentro da área de serviço, dando continuidade às suas ligações.

1.2 Telefonia Móvel Analógica

No Brasil, o primeiro celular foi comercializado no Rio de Janeiro, pela Telerj (hoje parte integrante da VIVO), em 1990. O sistema, de tecnologia AMPS (*Advanced Mobile Phone System*), era analógico, mas permitiu que se desse início no Brasil à história de sucesso registrada nos outros países. A tecnologia celular analógica AMPS, a primeira a ser criada, ainda no início dos anos 80 é ainda hoje usada no Brasil.

Número de Celulares Analógicos (em milhares)



Este sistema ficou rapidamente obsoleto pelas limitações ao aumento do número de assinantes na rede, além da falta de segurança que o mesmo gerava para os clientes e operadoras, isto sem mencionar a impossibilidade de oferecer serviços mais avançados do que a transmissão de voz. No entanto e apesar de todas estas limitações a telefonia celular no Brasil cresceu de forma vertiginosa passando de 667 celulares em Dezembro de 1990 para 4.550.175 em Dezembro de 1997 o auge da telefonia celular analógica.

1.3 Telefonia Móvel Digital

No ano de 1995 é promulgada a Emenda Constitucional nº 8, de agosto de 1995, que pôs fim ao monopólio estatal das telecomunicações e abriu o sector à participação de capitais privados nacionais e estrangeiros. O ano de 1995 é ainda marcado por intensos debates sobre a digitalização do serviço e as vantagens das alternativas existentes: CDMA e TDMA. Estas duas normas de origem americana IS-136 (digital TDMA) e IS-95 (digital CDMA), são baseadas na sinalização ANSI-41 que garantia a interoperabilidade com o já conhecido e difundido AMPS, pois tanto aparelhos CDMA quanto TDMA operam em modo duplo (analógico e digital) e permitem a comunicação através de uma rede AMPS mesmo quando o assinante estiver fora de sua região (roaming).

Em final de 1997 a rede analógica começa a atingir o seu limite operacional. Exemplo deste facto, a Telesp Celular S.A., anuncia no início de 1998 um contrato de 1 milhão de acessos digitais CDMA para atender 3,5 milhões de inscritos na fila de espera. Em Novembro, o CDMA é activado em São Paulo.

A transmissão é feita por faixas de frequência, ou bandas, classificadas como A, B, D, E.	Frequência (MHz) de Transmissão	
	CELULAR	ERB
BANDA A	824 - 835	869 - 880
	845 - 846,5	890 - 891,5
BANDA B	835 - 845	880 - 890
	846,5 - 849	891,5 - 894
BANDA D	910 - 912,5	955 - 957,5
	1710- 1725	1805 - 1820
BANDA E	912,5 - 915	955 - 960
	1740 - 1755	1835 - 1850
SUBFAIXA DE EXTENSÃO	907,5 - 910	952,5 - 955
	1725 - 1740	1820 - 1835
	1775 - 1785	1870 - 1890

É em 1998 que ocorre no Brasil a privatização do sector de telecomunicações e inicia-se o novo sistema de competição na telefonia celular. Dá-se a abertura para a exploração da chamada banda B por empresas privadas nacionais e estrangeiras e privatizam-se as antigas empresas estatais que operam na banda A. A telefonia celular passa do monopólio estatal para a concorrência entre empresas privadas, e o Brasil divide-se no uso das duas tecnologias. As operadoras Tele Leste Celular, Telefonica Celular, Telesp Celular, CETERP e Global Telecom (todas elas hoje parte da VIVO) optam pelo uso do CDMA, en-

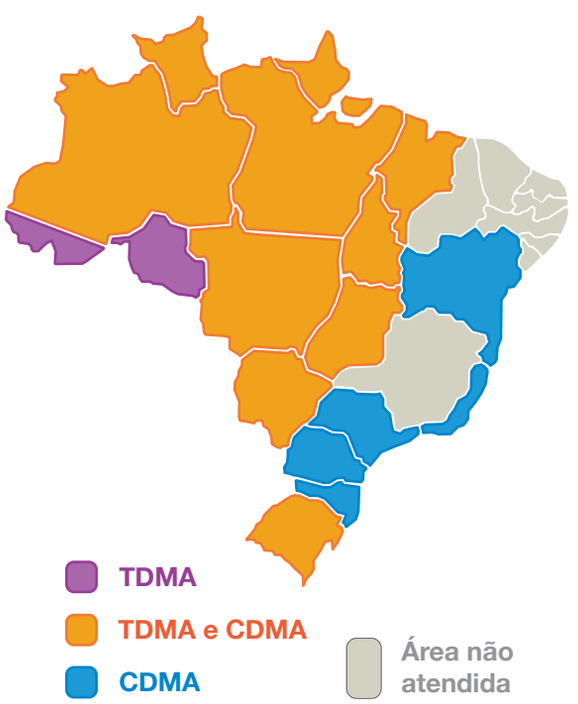
quanto que a Tele Nordeste Celular, Tele Norte Celular, Tele Centro-Oeste Celular, Tele Celular Sul, Sercomtel, CTBC Celular, Telemig Celular, Celular CRT, BSE, BCP, Norte Brasil Telecom, Americel, Telet, Maxitel, ATL e Tess optam pelo uso da tecnologia TDMA.

Em Junho de 2000 a agência reguladora brasileira de telecomunicações Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações) decide adoptar a frequência de 1,8 GHz para as novas bandas D e E. Ao tomar esta decisão a Anatel optou na prática pela introdução de uma terceira tecnologia, na frequência de 1,8 GHz, pois só os equipamentos GSM funcionam nessa frequência. Em Junho de 2002 dá-se inicio ao uso comercial do GSM no Brasil.

1.4 Mercado Celular

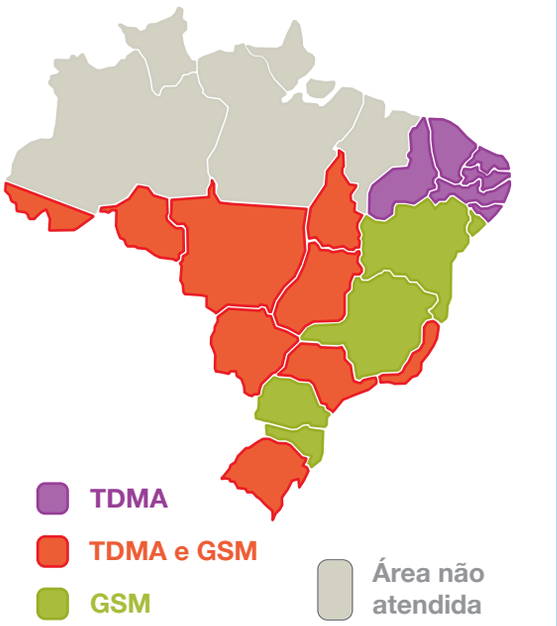
Durante o ano de 2000 dá-se início à consolidação das diferentes operadoras celulares em torno de seis grandes operadoras com presença a nível nacional.

VIVO - *Joint venture*, que reúne os activos da Portugal Telecom e da Telefónica Móviles no Brasil.



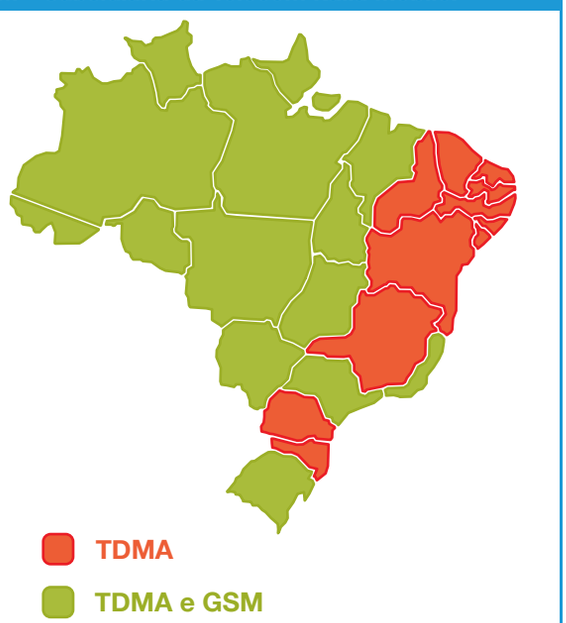
Clientes (Milhões) - Dez. 2003	20,6%
Market Share	44,8%
População Atendida	74%
PIB Atendido	83%
Tecnologia	CDMA / TDMA

Claro - Subsidiária da América Móvil para o Brasil. A América Telecom, do empresário Mexicano Carlos Slim, controla a América Móvil e a Telmex, principal operadora de telefonia fixa do México para além de outras operadoras da América Latina.



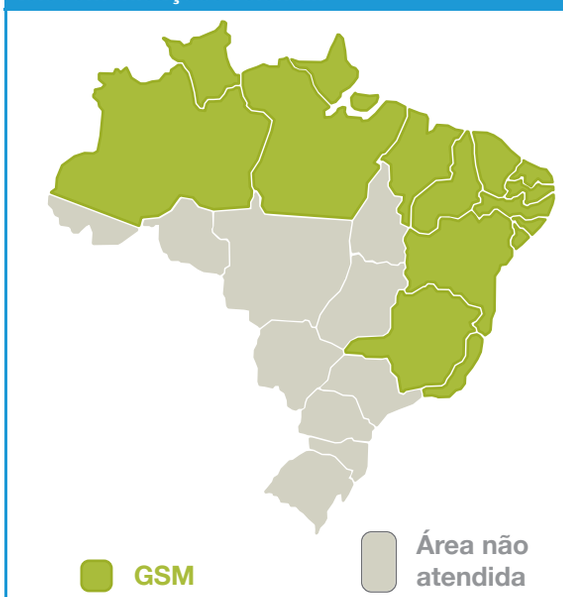
Clientes (Milhões) - Dez. 2003	9,5%
Market Share	20,6%
População Atendida	90%
PIB Atendido	91,6%
Tecnologia	GSM / TDMA

TIM – Subsidiária da Telecom Itália Mobile.



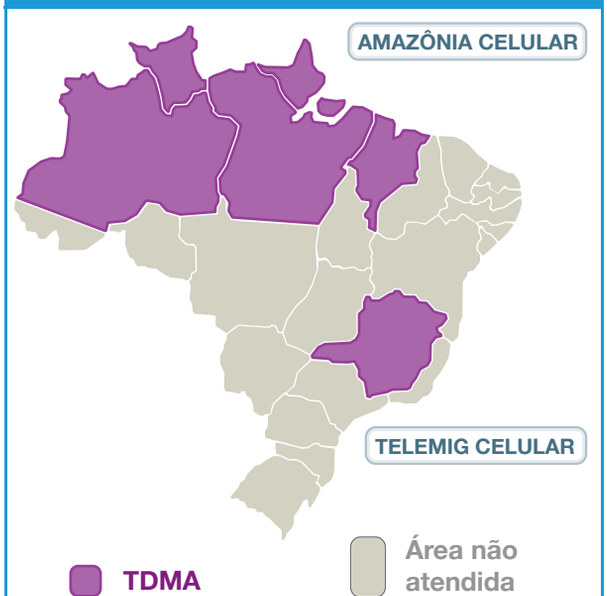
Clientes (Milhões) - Dez. 2003	8,3%
Market Share	18%
População Atendida	100%
PIB Atendido	100%
Tecnologia	GSM / TDMA

OI - A Oi é parte integrante do grupo brasileiro de telecomunicações Telemar.



Clientes (Milhões) - Dez. 2003	3,8
Market Share	8,4%
População Atendida	55%
PIB Atendido	40%
Tecnologia	GSM

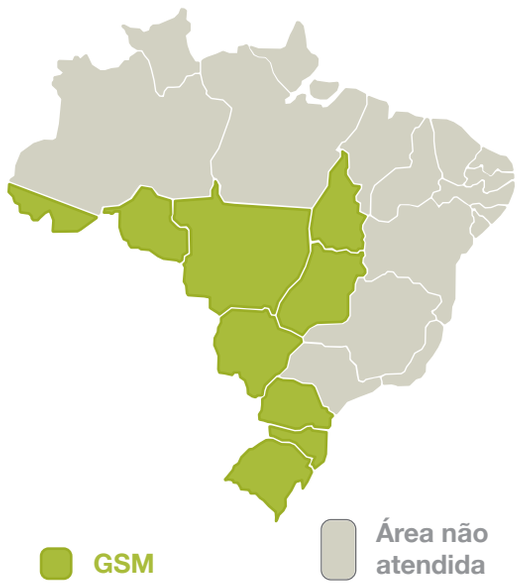
Amazônia Celular e Telemig Celular - empresas controladas pelo grupo Telpart, que tem como accionistas fundos administrados pelo Opportunity e investidores como os fundos de pensão Previ, Sistel e Petros.



Clientes (Milhões) - Dez. 2003	3,3
Market Share	7,3%
População Atendida	17%
PIB Atendido	18,4%
Tecnologia	TDMA [*]

[*]Estas operadoras já se decidiram pela migração para o GSM.

Brasil Telecom Celular S.A. – Subsidiária da empresa brasileira de telefonia fixa Brasil Telecom Celular adquiriu licença para operar na mesma de sua área de concessão para a Telefonia Fixa e está a implantar um sistema celular com tecnologia GSM nesta região.



Clientes (Milhões) - Dez. 2003	0
Market Share	0%
População Atendida	23%
PIB Atendido	25%
Tecnologia	GSM

A Brasil Telecom iniciou as suas oprações em 27 de Setembro de 2004.

1.5 Brasil no Mundo

O número de telefones móveis no Brasil dobrou nos últimos quatro anos, tendo mesmo ultrapassado o número de telefones fixos em Agosto de 2003. Este crescimento fez com que, no final de 2003, o Brasil ocupasse a sétima posição no mercado mundial de telefones celulares, com 46,3 milhões. Com base em projecções elaboradas sobre os dados acumulados nos oito meses deste ano calcula-se que em 2004 possa haver entre de 62,8 milhões e 69,8 de celulares em operação no Brasil. Caso a melhor projecção se confirme o Brasil passará a figurar entre os quatro primeiros países em número de telefones móveis.

De referir que o Brasil foi de 7º lugar em 2002 para 5º lugar em 2003 no total de telefones fixos e celulares. No entanto, em relação à densidade de telefones por 100 habitantes, o Brasil ainda ocupa o 66º lugar no mundo, ou seja o potencial de crescimento é extremamente elevado.

2003	Telefones	Total	Fixo	Celular	Densidade Total de Telefones por 100 hab.
1	China	532	263	269	42,3
2	EUA	340	181	159	116,4
3	Japão	158	71	87	123,8
4	Alemanha	119	54	65	144,4
5	**Brasil**	**85**	**39**	**46**	**48,4**
6	Reino Unido	84	35	50	145,5
7	Itália	82	27	56	150,2
8	França	75	34	42	126,2
9	India	75	49	26	7,1
10	Coreia do Sul	56	23	33	116,6

1.6 O Pré-Pago no Brasil

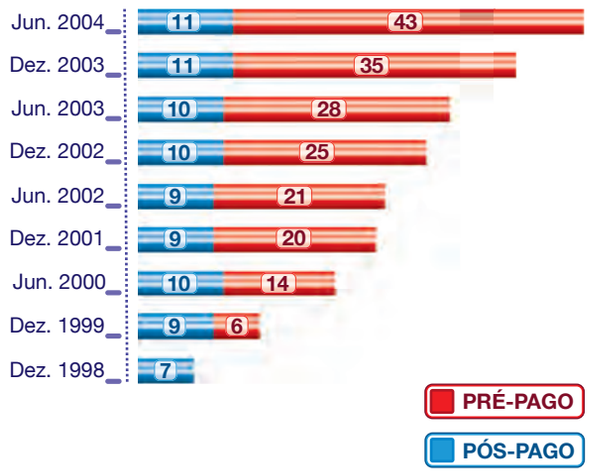
"O facto inquestionável é que o crescimento experimentado pelo mercado da telefonia móvel celular foi bem além do esperado. Superou, mesmo, as previsões mais optimistas. Um dos factores que contribuíram acentuadamente para a evolução e expansão do celular foi a regulamentação do pré-pago em Outubro de 1998. A facilidade na aquisição e as características de uso abriram amplo horizonte para que cidadãos das mais diversas faixas de renda tivessem oportunidade de usufruir desse fantástico instrumento à disposição da sociedade moderna." É através deste texto que a Anatel no seu Relatório Anual do Exercício de 1999 reconhece o contributo do pré-pago para o crescimento e democratização da telefonia celular no país.

A conjugação do início da oferta da telefonia celular digital e do celular pré-pago, são os factores tecnológicos, que associados à abertura aos capitais privados e a introdução da competição, levam à massificação do telefone celular no Brasil.

Como exemplo ilustrativo citamos o caso da Telesp Celular que passa a oferecer o serviço de telefonia celular digital desde Novembro de 1998, e desde Abril de 1999 o serviço pré-pago Baby. Em 1999 a Telesp Celular angaria 1.089.000 Clientes dos quais 863.000 são pré-pagos.

Definitivamente o celular deixou de ser um símbolo de *status* social para se transformar numa ferramenta de comunicação indispensável, totalmente incorporada ao dia-a-dia do brasileiro. O celular pré-pago é um caso de sucesso, desde que foi lançado, não parou de crescer em relação ao pós-pago. Em Junho de 2000 os telefones pré-pagos superaram o número de aparelhos pós-pagos, conquistando 79% do total de 55,2 milhões de celulares existentes, no Brasil, no final de Junho 2004, mais precisamente a impressionante marca de 43.706.059 celulares.

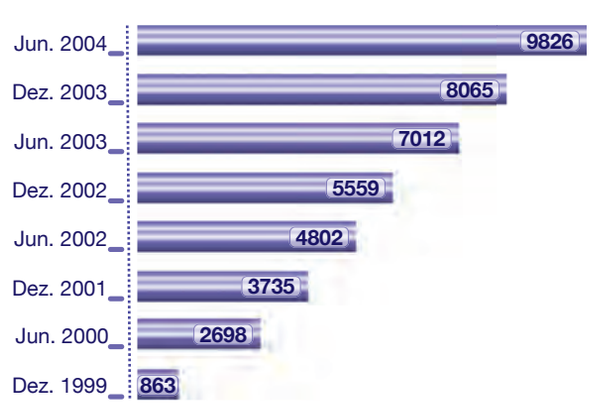
Celulares no Brasil (em milhões)



Destes, 43.706.059 de celulares, 10.172.116 têm as suas ligações controladas pela plataforma NGIN, ou seja aproximadamente 1 em cada 4 dos telefones celulares pré-pagos do Brasil usa tecnologia PT Inovação. Facto que merece o reconhecimento da Telesp Celular Participações na sua declaração anual à CVM - COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS referente ao ano de 2002. *"A gestão da tarifação online das ligações dos clientes pré-pago é efectuada através da moderna plataforma NGIN que proporciona segurança dos débitos, praticidade e agilidade ao cliente no carregamento do saldo, que pode ser efectuado através da URA, bancos, lojas e WEB. A solução contempla ainda, suporte para tarifação de voz, dados, SMS, WAP, 1xRTT."*

Ao entrar de forma decisiva no segmento de celular pré-pago, a Telesp Celular tornou-se a maior operadora de telecomunicações no segmento de telefonia móvel celular da América do Sul. Posteriormente esteve na origem da VIVO, que nove meses após o seu lançamento tornou-se a maior operadora de telefonia celular do Hemisfério Sul, e uma das 10 maiores operadoras de telefonia celular do mundo, em número de clientes.

Celulares Pré-Pagos NGIN no Brasil (em milhares)



2 A Tecnologia Móvel

2.1 Presente

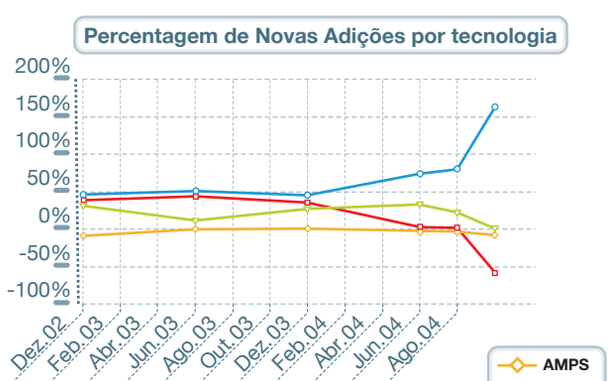
Actualmente no Brasil estão em uso quatro tecnologias:

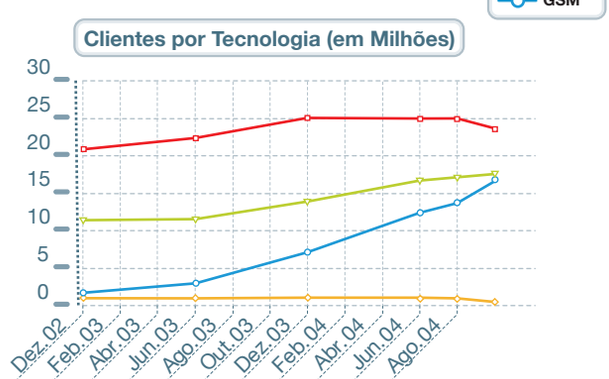
CDMA *(Code Division Multiple Access)*
Sistema de telefonia celular digital proprietário desenvolvido no início dos anos 90, pela empresa QUALCOMM, baseada em San Diego, nos EUA. O CDMA utiliza a técnica de espalhamento espectral em que os telefones celulares utilizam a mesma faixa de frequências durante todo o intervalo de tempo permitindo que um grande número de celulares acedam simultaneamente a um único canal da Estação Radiobase sem interferências.
TDMA *(Time Division Multiple Access)*
Norma do sistema digital de telefonia celular, capaz de propiciar que vários telefones móveis se revezem, no tempo, na transmissão/recepção sob a mesma frequência compartilhada, utilizando-se de um mesmo recurso na estação rádio base.
GSM *(Global System for Mobile Communications)*
Norma europeia para o sistema móvel celular digital de segunda geração e adoptado na maior parte do mundo. O GSM é uma combinação de FDMA e TDMA.
AMPS *(Advanced Mobile Phone System)*
Sistema de telefonia analógico baseado no princípio da reutilização de frequências em áreas muito próximas. As mesmas frequências não podem ser usadas na mesma região ou em regiões adjacentes porque ocorrerão interferências quando houver simultaneidade de conversações.

As tecnologias AMPS e TDMA em termos práticos cobrem todo o Brasil, ao passo que a tecnologia CDMA funciona somente em parte da área de cobertura da VIVO. Estas tecnologias, em função da base instalada, tem hoje em dia uma cobertura maior que o GSM. Os assinantes de redes TDMA podem usar o serviço de voz de redes CDMA, e vice-versa, pois todo o celular TDMA ou CDMA é de duas tecnologias (*dual mode*; funciona na sua tecnologia digital nativa e na tecnologia analógica AMPS) podendo beneficiar de *roaming* nacional automático ao invés dos celulares GSM onde não há a possibilidade de usar os canais analógicos para *roaming*. No entanto como as transmissões no sistema AMPS podem ser captadas com qualquer *scanner* de rádio é possível fazer escuta clandestina e clonar o celular. Clonar um celular é o processo ilegal de copiar o ESN (*Electronic Serial Number*) e a configuração do equipamento original, transplantando-a para um aparelho diferente, que é usado para efectuar chamadas fraudulentas. O ESN é um número gravado electronicamente no telefone pelo fabricante e emitido pelo telefone celular durante o uso, servindo para a rede identificar o telefone em operação.

2.2 Evolução no Brasil / / *Overlay* de Redes

Conforme descrito anteriormente, o Brasil desde o início da telefonia celular estava alinhado com a América do Norte no uso da tecnologia APMS, TDMA e CDMA. Contudo, ao decidir a utilização da frequência de 1.8 Ghz para as novas bandas (C,D e E), o Brasil saiu dessa rota passando a permitir o uso da tecnologia Europeia GSM. Para as operadoras CDMA e TDMA esta decisão obrigou a um reposicionamento tecnológico. A tecnologia TDMA tem apenas uma cota de mercado de 10% da tecnologia mundial, sendo que deste montante, 50% está nas mãos das operadoras Cingular e da AT&T *Wireless* dos EUA. O resto do mercado TDMA está pulverizado na América Latina, com maior penetração no México e Brasil. Uma tecnologia com participação no mercado mundial de apenas 10%, sendo metade em países emergentes, não consegue manter uma economia de escala. A decisão das operadoras Cingular e da AT&T *Wireless* de substituir as redes TDMA por redes GSM veio ditar a "morte súbita" desta tecnologia. Para as atuais operadoras, que utilizam o TDMA, manter os níveis de competitividade, elas vão precisar migrar para GSM ou CDMA. A VIVO que já operava a tecnologia CDMA nas suas maiores regionais decidiu converter as regionais TDMA para a tecnologia CDMA através do *overlay* da rede, sendo a única operadora brasileira a operar esta tecnologia. As restantes operadoras optaram pela conversão da rede TDMA ao GSM. Assiste-se, portanto, neste momento no mercado Brasileiro a uma interessante duelo entre estas duas tecnologias, uma de origem americana e outra europeia.

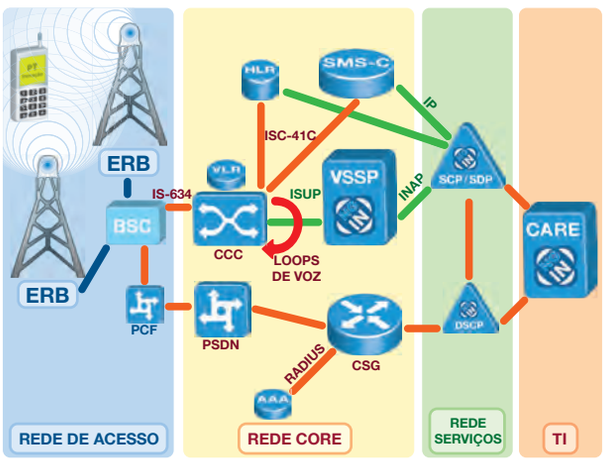




3 Tecnologia CDMA

A tecnologia CDMA tem a estrutura básica dos sistemas de telefonia móvel TDMA e GSM e oferece as mesmas funcionalidades básicas associadas à mobilidade como *roaming* e *handover* entre células.

A arquitectura básica de implantação da plataforma NGIN num sistema CDMA (IS-95) é apresentada na figura a seguir.



***Mobile Station* (MS)**
Estação Móvel é o terminal utilizado pelo assinante. A estação móvel é identificada por um MIN *(Mobile Identification Number)*. O equipamento dispõe ainda de um número de série eletrônico (ESN).
Estação Rádio Base (ERB)
Equipamento encarregado da comunicação com as estações móveis em uma determinada área que constitui uma célula.
***Base Station Controller* (BSC)**
Controla um grupo de ERB. Em alguns sistemas CDMA as funções do BSC são implementadas na CCC.
Central de Comutação e Controle (CCC)
É a central responsável pelas funções de comutação e sinalização para as estações móveis localizadas em uma área geográfica designada como a área da CCC.
***Home Location Register* (HLR)**
Base de dados que contém informações sobre o perfil e localização dos assinantes de um sistema celular.
SMS-C e MMS-C *Short Message Service Center*
Entidade na rede que gere o encaminhamento de SMS de e para a estação móvel.
***Packet Control Function* (PCF)**
Entidade na rede de acesso que gere o roteamento de pacotes de dados entre a BSC e o PDSN.
***Packet Data Service Node* (PDSN)**
Entidade que gere o tráfego de pacotes originados e terminados, através do estabelecimento, manutenção e terminação das sessões lógicas de dados.

***Authentication, Authorization and Accounting* (AAA)**
Servidor de Autenticação, Autorização e Contabilização. Autentica e autoriza o cliente móvel, fornece o perfil de serviço do cliente ao PDSN e gera dados de contabilização de tráfego das sessões.
NGIN *Core* DSCP
O *Data Session Control Point* (DSCP) é o elemento de integração dos serviços de dados na plataforma unificada de rede inteligente NGIN *Core* SDP. O DSCP desempenha as funções de controlo de rede e interface com o NGIN *Core* SDP, na qual se executam as lógicas de serviços de dados. Controla o CISCO *Content Services Gateway* (CSG) funcionando como um *"Quota Server"* para o CSG
NGIN CORE SCP/SDP
Entidade que faz o controlo das chamadas enviadas pelos VSSP e DSCP executando a lógica do serviço ao mesmo tempo que efectua a tarifação de voz e dados em tempo real.
NGIN CORE VSSP
O *Virtual Service Switching Point* (VSSP) implementa a funcionalidade *Service Switching Point* nas redes que não tem a funcionalidade de rede inteligente. Contém a lógica para fazer evoluir o estado das chamadas de acordo com os comandos recebidos do NGIN *Core* SCP/SDP com o qual dialoga usando o protocolo INAP, ao mesmo tempo que controla *loops* nas CCC através do protocolo ISUP.
NGIN CARE
Componente responsável pela gestão do serviço pré-pago e pós-pago executado no NGIN *Core*. Executa o atendimento ao cliente, e o aprovisionamento de serviços no NGIN *Core* e em outras plataformas, suporta as regras de negócio (processamento de recargas; gestão de bónus e promoções; gestão de senhas de recarga e interacção com gráficas e credenciadas; etc.)

A grande vantagem do CDMA relativamente aos sistemas concorrentes reside na técnica do espalhamento espectral *(spread spectrum)*, que permite uma utilização mais eficiente do espectro de frequências, albergando um número maior de clientes no mesmo "espaço". Devido a esta característica, esta tecnologia é particularmente vantajosa para grandes áreas metropolitanas.

Nos sistemas CDMA actualmente utilizados uma portadora tem uma banda de 1,25 MHz e transmite sinais de vários terminais simultaneamente. Códigos digitais únicos são utilizados para diferenciar os clientes, no momento da recepção de uma chamada. Estes códigos são trocados entre o terminal celular e a ERB, e comportam sequências pseudo aleatórias". O espalhamento espectral consiste em transmitir o resultado da multiplicação desse código pelo sinal do terminal correspondente, o que resulta em um sinal com banda mais larga (tecnologia DS-CDMA). A operação inversa (desespalhamento)

é realizada na recepção de modo a recuperar o sinal original do terminal. Como os sinais são transmitidos simultaneamente na mesma faixa de frequência, todas as células de uma rede CDMA podem utilizar essas mesmas frequências, ou seja, o factor de reutilização de frequência é igual a um, o que simplifica o planeamento da rede.

Por outro lado, os sinais transmitidos na mesma faixa interferem uns aos outros, limitado a capacidade do sistema (número de terminais que poderiam transmitir simultaneamente) e exigindo um controle de potência do sinal de cada terminal mais apurado do que o utilizado nos sistemas TDMA e GSM.

A família de normas da TIA IS-95 da *Telecommunications Industry Association* dos Estados Unidos normalizou os sistemas celulares digitais de segunda geração conhecidos como CDMA, ou cdmaOne. Essa normalização evoluiu posteriormente para CDMA2000 1XRTT permitindo uma maior largura de banda nas comunicações de dados.

A evolução para serviços de terceira geração com taxas de dados de até 2 Mbit/s está a ser normalizada pelo *3rd Generation Partnership Project* 2 (3GPP2) e mantém a compatibilidade com os sistemas IS-95 e sua estrutura de canais de RF de 1,25 MHz.

A evolução do CDMA2000 é actualmente denominada CDMA2000 1xEV. O 1xEV será dividido em dois passos: 1xEV-DO e 1xEV-DV. 1xEV-DO significa 1X “EVolution Data Only” (Somente Evolução em Dados). 1xEV-DV significa 1X *“EVolution Data and Voice”* (Evolução de Dados e Voz). Ambos os passos de evolução de 1xEV fornecem serviços usando uma portadora a 1.25 MHz. O 1xEV-DO irá requerer uma portadora separada para dados; contudo esta portadora será capaz de realizar *handoff* a uma portadora 1X se forem necessários, simultaneamente, serviços de voz e dados. Alocando-se uma portadora separada para dados, as operadoras poderão fornecer picos de taxas acima de 2 Mbps (melhor esforço) aos seus clientes de dados. As soluções 1xEV-DV estarão disponíveis aproximadamente entre um ano e meio a dois anos após 1xEV-DO. Uma portadora 1xEV-DV fornecerá não somente voz e dados de alta velocidade, simultaneamente, mas também ela terá a capacidade de disponibilizar serviços de pacote em tempo real.

Geração	2 G	2,5 G	3 G
Tecnologia	cdmaOne	CDMA2000 1XRTT (IS-95-C)	CDMA 1xEVDO CDMA 1xEVDV
Taxa de Dados (teórica)	14,4 Kbit/s	144,4 Kbit/s	2,4 Mbit/s

A VIVO faz uso da tecnologia CDMA desde Novembro de 1998 quando lançou comercialmente a telefonia celular digital. Em Dezembro de 2001 iniciou a oferta de serviços celulares 2.5G utilizando a tecnologia CDMA 1XRTT. Esta tecnologia permite fornecer um serviço de pacote de dados em alta velocidade aumentando as velocidades potenciais de transmissão de dados dos circuitos comutados a 14,4 kbps para pacotes comutados a 144kbps.

Este lançamento que permite tarifação por pacotes, foi suportado em São Paulo pela plataforma NGIN Pack da PT Inovação que tarifa e controla o acesso em tempo real dos clientes pós e pré-pagos aos serviços de dados.

Em Maio de 2004 a VIVO anunciou a implantação de uma rede móvel de transmissão utilizando a tecnologia CDMA2000 1x EV-DO *(Evolution – Data Only)* fase 1 que possibilita ter uma conexão de dados *downstream* até 2,4 Mbps por sector e uma conexão *upstream* de 153 kbps por sector. Na fase 2 a conexão de dados *downstream* e *upstream* será de até 2,4 Mbps. O CDMA 1xEV tem sua evolução em duas etapas, 1xEV-DO onde uma portadora de 1,25 MHZ é dedicada apenas para dados, e posteriormente 1xEV-DV onde uma portadora poderá ser utilizada para voz e dados.

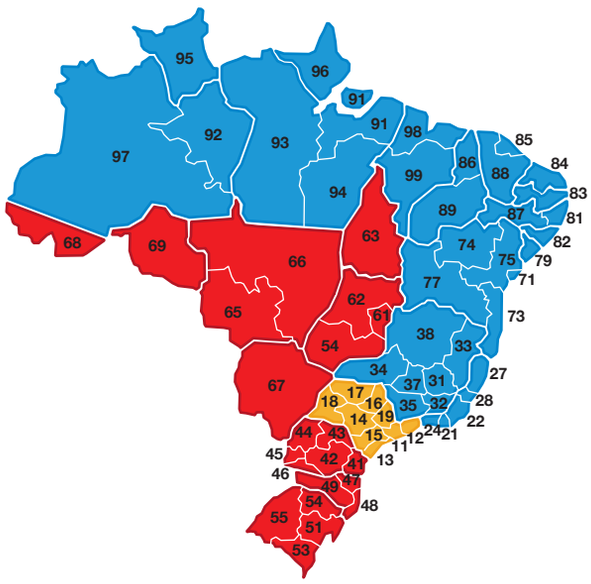
As duas mais fortes operadoras concorrentes da VIVO, a TIM e a Claro, oferecem serviços de dados através das suas redes GSM utilizando a tecnologia GPRS, tendo em Julho e Agosto respectivamente, passado a disponibilizar a tecnologia EDGE.

4 Serviços CDMA na VIVO

4.1 Serviços de Voz

Para além do normal serviço de voz pré-pago e pós-pago, e dos serviços suplementares, tais como identificação do número chamador, chamada em espera, desvio de chamadas (siga-me), conferência, etc., no Brasil estão regulamentadas funcionalidades que dificilmente se encontram em outros mercados e que colocam desafios tecnológicos aos sistemas de tarifação. O princípio básico da tarifação dos serviços de voz, tal qual acontece nos países europeus é o princípio “quem chama paga”. Adicionalmente o Brasil é o único país do mundo que permite a chamada a cobrar de telefonia móvel, isto é a possibilidade de fazer ligação a cobrar, mesmo sem crédito. Para além desta funcionalidade, a partir de Julho de 2003, as operadoras passaram a implementar o Código de Selecção de Prestadora (CSP) com o qual o cliente passa a escolher a operadora de serviço de longa distância e internacional. A tarifação do serviços de voz é idêntica à tarifação usada em Portugal na rede fixa. Quando um cliente adquire um celular, este tem o seu número associado a uma Área de Registo que tem o mesmo limite geográfico de uma Área de Tarifação, identificada pelo chamado código de área.

A figura seguinte apresenta o mapa do Brasil dividido por áreas de tarifação.



Quando um assinante faz uma chamada a partir de uma área de registo para um terminal registrado na mesma área de registo, o assinante paga a tarifa VC1 – Valor de Comunicação 1. Se o assinante pretender realizar uma chamada para um outro assinante fora da sua área de registro necessita de inserir o digito "0" e o código da operadora de longa distância para que a chamada se possa efectuar com sucesso. Esta chamada pode ter dois valores:

VC2: se o primeiro digito da área de registo dos dois telefones for igual.

VC3: se o primeiro digito da área de registo dos dois telefones for diferente.

O procedimento para chamadas internacionais é semelhante, sendo necessário inserir o código de acesso internacional "00" seguido do código da operadora de longa distância e do número do telefone internacional.

Quando o assinante de uma operadora faz ou recebe uma chamada estando fora de sua área de registo, diz-se que este está em *roaming*. O assinante em *roaming* por cada chamada originada ou recebida paga uma sobretaxa por chamada, conhecida como "AD – Adicional por Chamada". Para além disso, por cada ligação recebida quando está fora de usa área de mobilidade, o assinante paga uma chamada VC2 ou VC3 consoante está localizado na sua área de numeração primária ou está fora de sua área de mobilidade e fora da área de numeração primária. Neste caso, a operadora de celular escolhe a operadora de longa distância. Quando originam chamadas em *roaming* os assinantes podem escolher a operadora de longa distância para VC2 e VC3 utilizando o código de selecção de prestadora.

4.1.1 Impostos e Taxas

Um outro aspecto a ter em conta no desenho de plataformas de tarifação em tempo real que atendam mais do que um estado Brasileiro é a aplicação diferenciada de impostos a nível estadual. Sobre a as ligações telefónicas incidem os impostos ICMS estadual (com alíquota entre 25% e 35%) e os tributos federais COFINS (alíquota de 7,6%) e PIS (alíquota de 0,65%). A maioria dos estados cobra o ICMS com alíquota de 25%. Em alguns estados a alíquota é diferente: em Goiás de é 26%, no Paraná e na Bahia de 27%, em Pernambuco de 28%, no Pará, Rio de Janeiro e no Mato Grosso de 30%.

4.1.2 Fusos Horários e Hora de Verão

Um outro desafio interessante para os sistemas de tarifação é a questão da implementação de fusos horários e hora de verão. A área territorial brasileira está compreendida entre os meridianos de 30° e 75° a leste do Meridiano de Greenwich, configurando 4 fusos horários. A figura seguinte ilustra os fusos horários no Brasil no horário de inverno.

Não bastando a complexidade de atendimento a clientes em estados com fusos horários diferentes, existem estados com dois fusos horários como são o caso do Pará e Amazonas implicando a distinção feita ao nível da área secundária, sendo que no caso extremo do Amazonas existe uma área secundária com dois fusos o que poderá implicar uma diferenciação ainda mais refinada da origem da chamada para aplicação da tarifação.

A hora de verão é estabelecida todos os anos por decreto federal, sendo aplicada estado a estado. A figura seguinte ilustra os fusos horários no Brasil no horário de verão para 2004-2005.

Um outro dado interessante é que houve anos em que o horário de verão teve início e término em dias diferentes consoante o estado, o que implica a um sistema de tarifação nacional tenha uma flexibilidade acrescida para comportar este requisito. Abaixo uma tabela resumo da aplicação do horário de verão nos últimos quatro anos.

De 08.10.2000 às 00h00m até 17/02/2002 às 23h59m	MT	MS	BA	GO	TO	DF	MG
	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	
	até 14/10/00 às 23h59m:				PE	RR	
	até 17/10/00 às 23h59m:				CE		
	até 21/10/00 às 23h59m:				SE	AL	PB
					RN	PI	MA
De 14.10.2001 às 00h00m até 16/02/2002 às 23h59m	MT	MS	BA	GO	TO	SE	AL
	PB	RN	CE	PI	MA	PE	DF
	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS
De 03.11.2002 às 00h00m até 15/02/2003 às 23h59m	MT	MS	BA	GO	TO	DF	MG
	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	
De 19.10.2003 às 00h00m até 14/02/2003 às 23h59m	MS	GO	DF	MG	ES	RJ	SP
	PR	SC	RS				

4.2 Serviços de Dados

A VIVO tem mantido um foco contínuo na inovação e liderança do mercado Brasileiro nos serviços de transmissão de dados. Para além dos tradicionais serviços de mensagens curtas (SMS, no Brasil chamados de torpedos) e WAP, a VIVO disponibiliza o um vasto conjunto de serviços de dados entre os quais destacamos:

Vivo Torpedo MMS:

Serviço de envio e recebimento de mensagem multimedia (MMS) que permitem aos assinantes móveis enviar fotos, vídeos e áudio.

Vivo Downloads

Sistema que permite baixar e executar ficheiros no celular, transformando-o em um mini computador. O serviço de *download* é baseado na solução BREW™ *(Binary Runtime Environment for Wireless)* da Qualcomm e permite aos assinantes baixarem e executarem aplicativos no celular, transformando-o num mini computador, com poder de processamento local *(MEXE - mobile execution environment)*, conectado à rede de Internet móvel.

Vivo ao Vivo:

Interface de uso através de ícones que representam os principais serviços da operadora – facilitando aos clientes o acesso e manuseio destes serviços via WAP, mensagens curtas, caixa postal, portal de voz, MMS, tons e imagens, câmara e personalização – chamado de "Meu Vivo ao Vivo".

Chat Vivo:

Serviço de sala de discussão - chats via SMS e WAP.

Tons Musicais SMS:

Serviço que possibilita baixar, através do código de mensagens curtas tons para os clientes personalizarem seu celular com a música que desejarem.

Portal de Voz:

Unidade de resposta automática de voz em que os clientes podem aceder diversos conteúdos como notícias, cinema, novelas, etc.

***Mobile Mail*:**

Serviço que possibilita a configuração para o recebimento, via SMS de alertas de emails recebidos nos diversos provedores de *internet mail*.

Vivo Avisa:

Serviço que consiste em enviar ao cliente uma mensagem curta com a informação dos números de telefones que tentam efectuar contacto com o cliente enquanto seu celular esteve indisponível e o originador não deixar recado na caixa postal, abandonando a ligação na mensagem.

Vivo Zap:

Serviço de Internet móvel, a partir de celulares, PDA e computadores, com velocidade de transmissão de até 144 kbps na rede 1xRTT e 2,4 Mbits na rede EV-DO.

Vivo em Acção:

Uma inovação que tornou a VIVO a primeira operadora de telefonia móvel do mundo a lançar um jogo multimédia de realidade alternativa *(ARG – Alternative Reality Game)*. O primeiro jogo durou quatro semanas e teve a participação de aproximadamente 1,4 milhões de clientes em todo o Brasil.

A tarifação dos serviços de dados, ao contrário dos serviços de voz, não está normalizada pela Anatel, sendo

tarifados de forma não padronizada pelas operadoras. No caso da VIVO os serviços de dados são cobrados ao evento, caso das SMS e MMS ou por volume de dados, caso do serviço ZAP e WAP.

4.3 Serviços Específicos para o Mercado Corporativo

Para atender o extremamente competitivo segmento de clientes empresariais a VIVO criou uma unidade de negócios específica chamada Vivo Empresas. Tentando consolidar a sua presença a neste segmento a VIVO, para além dos serviços de dados disponíveis para os clientes "pessoas físicas", disponibiliza um conjunto de serviços de dados específicos para os clientes corporativos baseados em WAP ou no serviço de Internet móvel ZAP. Dos serviços de dados oferecidos destacam-se os seguintes:

Serviço de VPN:
Permite interligar as redes locais de uma empresa através da rede celular criando uma rede privada virtual.
Ratreamento:
Com um módulo de comunicação de dados CDMA 1xRTT instalado em veículos é possível monitorar a trajectória de frotas inteiras ou veículos individualmente.
Soluções M2M:
Machine to Machine: serviço focado no mercado de automação e telemetria.
POS *Wireless*:
Serviço oferece às empresas de meios de pagamentos a utilização da rede 1xRTT para tráfego de transações de cartões de crédito/débito capturadas por POS *wireless*.
Escritório Móvel:
Serviço que possibilita aceder ao email, e ficheiros tipo Power Point, Word e Excel via WAP.
VIVO Directo:
Serviço de PoC *(Push-To-Talk over Cellular)* que permite ao cliente possuidor de um aparelho com funcionalidade PoC, e encontrando-se numa zona de cobertura CDMA 1xRTT, usar o mesmo como se tratasse de um aparelho móvel de *trunking*, ou seja apertar um botão do telefone móvel para falar, em tempo real, com outro assinante - ou com grupos cadastrados – numa ligação *half-duplex* em voz sobre IP e não em rádio, como acontece tradicionalmente com a as operadoras de *trunking*.

Para além dos serviços de dados destaca-se no serviço de voz o **VIVO Gestão**. Este serviço permite ao cliente empresarial o controle de uso dos celulares corporativos da sua empresa. Fornecido em conjunto com uma ferramenta que possibilita ao cliente administrar a utilização dos celulares pela Internet, com diversas alternativas de programação. É possível programar horários, tipo de ligação, limite de tempo e diversos outros parâmetros para cada um dos celulares da empresa. Esses parâmetros podem ser mudados a qualquer momento, pela empresa através da Internet. Os aparelhos controlados podem também funcionar como aparelhos pessoais dependendo do conjunto de parâmetros programados no momento do uso.

5 Perspectivas Futuras

5.1 Curto Prazo

No curto prazo vamos assistir a um movimento para a conquista de novos segmentos de mercado, num ambiente extremamente competitivo, oferecendo alternativas aos clientes de acordo com o seu perfil de consumo e de utilização, e onde necessariamente terá que haver melhoria da qualidade dos serviços prestados.

No segmento de voz pessoa física (mercado de particulares), cada vez mais o celular amplia sua participação no mercado tendendo rapidamente substituir o acesso fixo. Antevemos um crescimento significativo do número de clientes através da redução de tarifas e preços de aparelhos com enfoque na massificação através de produtos e serviços pré-pagos.

No segmento de voz pessoa jurídica (mercado corporativo) irá assistir-se a um lançamento de produtos e serviços de redes privadas de voz (VPN) e do serviço de interligação directa do PABX do cliente com a CCC da operadora móvel. Uma rede privada de voz é uma rede única virtual e personalizada, constituída por celulares que comunicam entre si através de um plano privado e abreviado de numeração e que beneficiam de planos de preços especiais.

Espera-se que a adopção dos serviços de dados continue a crescer de forma significativa, sendo que o seu crescimento será impulsionado pela diversidade de soluções e aplicações de serviços proporcionados pelo acesso a dados no celular. Seja pela pressão da competição, seja pelo dinamismo e criatividade interna, a VIVO tem vindo a lançar novos produtos e serviços de dados a um ritmo extremamente acelerado.

No segmento de voz pessoa física (mercado de particulares), iremos assistir à intensificação do uso das SMS e dos *downloads* de *ring-tones* e imagens e um crescimento gradual do uso de MMS.

Já para o mercado empresarial destacam-se três serviços em fase de pré-lançamento o *Assisted*-GPS, o serviço de dados baseado em tecnologia EV-DO e o serviço *Wi-Fi.* O serviço de A-GPS da VIVO é um serviço de localização que combina a tecnologia GPS, que usa o sistema de satélites para localização precisa em áreas

outdoor, com a tecnologia de triangulação entre Estações Rádio Base (ERB) que permite determinar presença em sectores mais alargados, mas cobrindo áreas *indoor*. A combinação dos dados gerados pelas duas tecnologias permite fazer a localização precisa. Prevê-se que baseado nesta tecnologia surja um novo conjunto de provedores de serviços de valor acrescentado.

A introdução da tecnologia CDMA2000 1x EV-DO ao possibilitar maiores taxas de transmissão, irá potenciar os actuais serviços de dados da VIVO, nomeadamente o serviço ZAP e todos os serviços de valor acrescentado nele baseado.

O serviço Wi-Fi na VIVO traduzir-se-á na convergência entre as redes de dados locais sem fio e as infra-estruturas públicas de dados móvel potenciando a vantagem competitiva da rede 1xRTT da VIVO, entrando no entanto em conflito com a rede EV-DO nas áreas metropolitanas.

5.2 Médio Prazo

No médio prazo vai assistir-se à manutenção do cenário de forte competição e à aceleração dos movimentos de consolidação da cobertura e continuidade do esforço de evolução das tecnologias de rede.

O conceito de pré-pago e pós-pago tenderá a desaparecer enquanto conceito tecnológico, consolidando-se o conceito de controlo de acesso em tempo real ao negócio (*Real Time Business*) esbatendo-se ou mesmo desaparecendo a diferenciação de serviços que hoje existe entre um cliente pré-pago e pós-pago, ou seja, passará a haver um cliente que terá acesso a todos os serviços oferecidos pela operadora independentemente de fazer o seu pré ou pós pagamento.

No Brasil, mais do que no mercado europeu ou norte americano, as operadoras terão que ter capacidade de oferecer serviços de voz a preços cada vez menores incluindo nos seus clientes as largas faixas da população de baixa renda. Simultaneamente terão que ter capacidade de oferta de serviços convergentes voz/dados e de serviços de dados de alta velocidade para atender um mercado corporativo e *heavy users* de multimedia, clientes extremamente exigentes em termos de novidade e qualidade de serviço. O crescimento da receita irá depender fortemente desta última capacidade, que por sua vez depende da evolução tecnológica das redes e terminais. A oferta destes serviços de forma eficiente centrada apenas numa rede 3G parece-nos ser uma opção, no entanto algo dispendiosa. As novas tecnologias baseadas na multiplexagem OFDM, onde se destaca a tecnologia WiMAX, que proporcionam até três vezes mais eficiência espectral e podem ser instaladas a um custo bastante competitivo poderão contribuir para a solução deste problema.

O WiMAX *(Worldwide Interoperability for Microwave Access)* é uma norma de BWA *(Broadband Wireless Access)* para ser utilizado na última milha. O WiMAX IEEE 802.16d é a norma para Acesso sem Fio de Banda Larga Fixa (WiMAX Fixo). O WiMAX IEEE 802.16e, ainda em fase de normalização, é a norma de Acesso sem Fio de Banda Larga Móvel - WiMAX Móvel (assegurando conectividade em velocidades de até 100 Kms/hora). Os equipamentos para o WiMAX Fixo estarão disponíveis comercialmente no início de 2005, enquanto que os equipamentos para WiMAX Móvel, estarão previsivelmente disponíveis em meados de 2006. Estas datas coincidem com a intenção da Anatel em licitar licenças de terceira geração durante o próximo ano ou inícios de 2006, deixando antever um desafio para os operadores de telefonia móvel Brasileiros. A redução das distâncias entre as redes locais e as infra-estruturas públicas através da oferta de equipamentos celulares com integração de WiMAX pode ser um caminho interessante tanto para as operadoras móveis como para os consumidores. Apesar desta expectativa, ainda existem importantes barreiras tecnológicas a serem vencidas até ao aparecimento e disseminação dos aparelhos híbridos (celular/WiMAX).

6 Conclusão

O sector das telecomunicações é hoje um dos sectores com maior dinamismo e mais crescimento rápido no mundo, quer devido à influência da globalização da economia, quer aos constantes avanços tecnológicos. Este facto aliado ao potencial económico do Brasil e o seu mercado pouco explorado em termos de comunicações móveis, fizeram do Brasil o principal centro de operações da Portugal Telecom, Telefonica, Telecom Itália Mobile e América Móvil fora dos seus mercados de origem. Criou-se assim um acirrado ambiente de competição crucial para a actuação destas quatro empresas, que por sua vez beneficia o Brasil através de investimentos geradores de desenvolvimento económico e um lançamento contínuo de produtos e serviços inovadores que se traduzem em benefícios concretos para os clientes Brasileiros.

Neste clima de forte expansão do mercado aliado à oferta de novos produtos e serviços a PT Inovação, à semelhança do que aconteceu no passado, desempenha um papel fundamental na consolidação do Grupo Portugal Telecom no Brasil ao oferecer à VIVO a possibilidade de se distinguir e diferenciar da concorrência através do lançamento de produtos e serviços delineados a partir da mais avançada plataforma tecnológica de rede inteligente disponível no mundo.

7 Referências

http://anatel.gov.br/
http://vivo.com.br/
http://www.acel.org.br/
http://pcdsh01.on.br/
http://www.cdg.org/
http://www.tiaonline.org/
http://www.3gpp2.org/
http://www.wimaxforum.org/
http://www.dailywireless.org/ modules.php?name=news&file=article&sid=2465
http://www-thefeature.com/ article?articleid=100964&ref=3082437

João Mota

Colaborador da PT Inovação há mais de 15 anos. Ao longo deste tempo participou activamente em diversos projectos de desenvolvimento e normalização ISDN,bem como, no projecto CLIP da Portugal Telecom.

Foi o responsável pela unidade de Sistemas de Suporte à Decisão. Foi também auditor dos programas de investigação e desenvolvimento da Comissão Europeia e do EURESCOM, tendo sido membro convidado do grupo de acção *"Europe's way towards the information society"* da Comissão Europeia.

Actualmente é Director Adjunto da PT Inovação Brasil acumulando a função de coordenação do projecto de *data warehouse* unificado e a direcção do projecto de pré-pago unificado da VIVO.

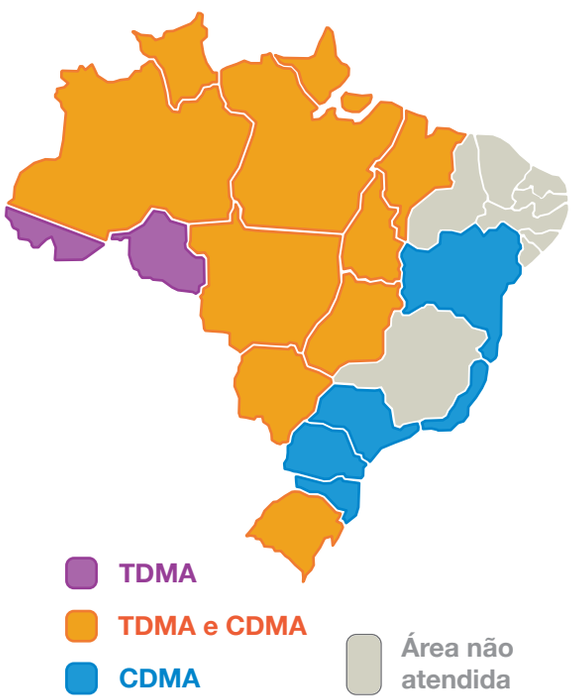
João Mota

DATA WAREHOUSING

Uma *Data Warehouse* é uma solução tecnológica que serve de apoio às Empresas na tomada de decisões estratégicas a curto, médio e longo prazo. Ela pode ser utilizada pelo departamento de marketing para responder rapidamente e de forma apropriada às solicitações dos clientes, e ainda obter informações que tragam vantagens competitivas, ou descobrir tendências e padrões para racionalizar custos ou incrementar receitas. Neste artigo técnico é descrita a metodologia usada pela PT Inovação Brasil na construção da *data warehouse* da VIVO, a maior *data warehouse* do Hemisfério Sul e uma das 20 maiores do Mundo.

1 Introdução

A VIVO, é uma empresa operadora de telecomunicações móveis no Brasil resultante da união dos activos dos Grupos Portugal Telecom e Telefônica Móviles. É a maior operadora de telefonia móvel do Hemisfério Sul, e décima maior no ranking mundial, com mais de 25 milhões de clientes em todo o Brasil. A VIVO é líder no mercado individual e também no segmento corporativo.



Clientes (Milhões) - Dez. 2003	20,6%
Market Share	44,8%
População Atendida	74%
PIB Atendido	83%
Tecnologia	CDMA / TDMA

Do ponto de vista de sistemas de informação, esta união de activos implicou uma herança de sistemas diversificados e heterogéneos decorrentes das diferentes operadoras regionais que constituem a VIVO (Telesp Celular, Global Telecom, CRT; TeleLeste Celular; TeleSudeste Celular e TCO). Estes sistemas de informação legados, não permitem uma gestão eficaz da empresa, impossibilitando um *time to market* adequado e tendo enormes custos de operação. Tendo por base este cenário, assiste-se hoje na VIVO a uma unificação e integração de sistemas, ao qual a *data warehouse* não é excepção.

É neste contexto que a PT Inovação liderando um consórcio com a Telefonica Pesquisa e Desenvolvimento, ganha em concurso público a execução do projecto de desenvolvimento de uma *data warehouse*, um *data mart* de clientes e um sistema unificado de *pricing*.

No âmbito do consórcio, a PT Inovação é a empresa responsável pelo desenvolvimento da *data warehouse*, estando o desenvolvimento *data mart* de clientes e sistema unificado de *pricing* a cargo da Telefonica Pesquisa e Desenvolvimento.

Nos parágrafos seguintes descreve-se a metodologia e a tecnologia que está a ser usada no desenvolvimento da *data warehouse* da VIVO, a maior *Data Warehouse* do Hemisfério Sul, uma das 20 maiores do Mundo contendo um volume de informação inicial previsto de 30 Terabytes de dados, que irá ser usado por aproximadamente 400 clientes diferentes.

2 Objectivo

O objectivo da solução unificada de *Data Warehouse*, integrada com uma solução de Gestão de Metadados e a Processos de Qualidade de Dados, é a substituição aos diversos ambientes de *Data Warehouse* actuais da VIVO.

Com este projecto pretende-se atender às necessidades de negócio de toda a VIVO, unificando conceitos e permitindo a análise das suas regionais, separadamente, e em conjunto, facilitando e agilizando a obtenção de informações estratégicas e auxiliando os seus executivos no processo de tomada de decisão, aumentando a competitividade da empresa no mercado.

3 Abrangência

A *Data Warehouse* é um repositório de dados centralizado, contendo informações extraídas dos principais sistemas da empresa bem como de fontes externas. Na figura seguinte estão esquematizados os componentes deste projecto.

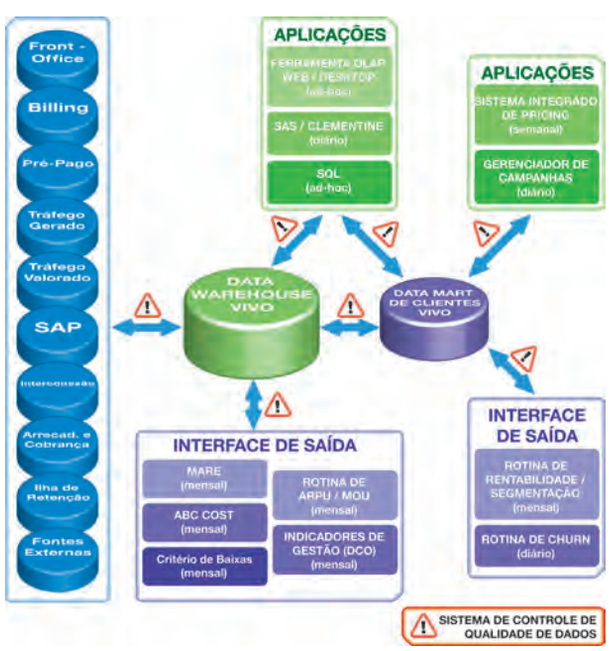


Figura 1 - Arquitectura de Data *Warehouse* da VIVO

Uma *Data Warehouse* é um repositório de dados orientado ao assunto, projectado para acesso corporativo, provendo aos diferentes níveis da empresa contextos de dados diferenciados consoante os decisores. Para além disso, a *Data Warehouse* é uma fonte de dados íntegra, uma vez que os dados operacionais provenientes de várias fontes, inclusive fontes externas, são armazenados dentro de uma estrutura única e consistente, já que os dados que alimentam a *Data Warehouse* passam por um rigoroso processo de limpeza e transformação antes de chegar ao repositório final.

Os principais assuntos abrangidos pela *Data Warehouse* de uma operadora de telecomunicações móveis são:

Tráfego Valorado:
Detalhe das chamadas tarifadas pelos sistemas pré e pós-pagos.
Facturação:
Análise dos valores das facturas emitidas para as linhas pós-pagas, contendo os valores totais e detalhados por factura.
Interconexão:
Análise das operações de interconexão com outras operadoras.
Arrecadação e Cobrança:
Pagamento das facturas, atrasos de pagamento, inadimplência, acções de cobrança.
Análise da Concorrência:
Tráfego da concorrência que trafega na rede da operadora.
Segmentação:
Modelos de segmentação por rentabilidade, propensão a *churn*, risco de inadimplência e demais classificações.
Retenção:
Análise de dados de linhas/clientes que passaram pela ilha de retenção, ofertas de retenção e motivos de desistência.
Campanhas e Promoções
Estruturação de Campanhas e promoções, público alvo, resultados, custos e ofertas.
Programas de Pontos:
Informação de resgates dos pontos, histórico da pontuação dos clientes, saldo de pontos dos clientes e demais atributos relacionados ao tema.
Serviço de Dados:
Análise de habilitações, receitas, tráfego e utilização dos produtos e serviços relativos a dados oferecidos pela empresa tais como: SMS, MMS, WAP e Internet Móvel, Jogos, *Downloads*, etc.
SAP Movimento de Aparelhos:
Análise da movimentação dos aparelhos facturados pela Empresa e/ou através de fornecimento directo, facturamento, devolução, tipo de venda (ex: como-dato, a vista), tipo de acção (fidelização, aquisição) e demais atributos pertinentes ao tema.
SAP Estoque de Aparelhos:
Fotografia da quantidade de aparelhos no estoque nos depósitos da VIVO (recebimento de aparelhos, preço praticado ao cliente e ao *Dealer*).
SAP Estoque de Aparelhos na Rede:
Fotografia diária da quantidade de aparelhos fornecidos pela VIVO à Rede de Dealers (por facturamento ou fornecimento directo) e transferência para as lojas próprias.
SAP Finanças:
Contas a pagar e/ou a receber de *Dealers* (títulos compensados, em aberto ou vencidos) com informações de valor, forma de pagamento, quantidade e demais atributos relacionados ao tema.
SAP Contabil:
Despesas e receitas relacionados ao *Dealer*, alocadas nos seus respectivos centros de custo e de lucro, das operações da Vivo.
SAP Recursos Humanos:
Informações de funcionários da Empresa e contratados relacionadas a registros e *logins* de acesso aos sistemas
Contactos ao *Call Center*:
Análise dos contactos feitos pelos clientes ao *Call Center* - solicitação de informações, reclamações, tempo de atendimento e espera, tempo de resolução de reclamações e demais atributos relacionados ao tema.

4 Interfaces de Saída

As principais saídas apresentadas pela *Data Warehouse* da VIVO são:

Rentabilidade / Segmentação:
Rotinas de cálculo da rentabilidade e segmentação dos clientes da VIVO.
ARPU /MOU:
Rotinas de cálculo de indicadores de ARPU *(Average Revenue per User)* e MOU *(Minutes of Usage)* baseados nos dados de facturamento e de tráfego gerado por clientes VIVO e por visitantes na rede da empresa.
***Market Share*:**
Análise da concorrência baseada no tráfego.
Critério de Baixas:
Rotinas para cancelamento de pré-pagos.
Modelos Preditivos:
Rotinas de cálculo para análises preditivas dos clientes da VIVO, como *churn*, inadimplência.
Safras:
Análise de comportamento com base na data de entrada na planta da Vivo.

Rentabilidade:
Modelo de análise de rentabilidade para obtenção das contas de resultados completas por segmento de clientes, canais, contratos, serviços, unidades geográficas e sites de ERB, para uma análise detalhada por custos de dimensão de rede.
Indicadores de Gestão:
Cálculo de diversos indicadores de gestão (ex: altas, baixas, migrações, parque médio, ganho líquido, etc.)

5 Metodologia

O mais importante factor de sucesso para a implementação de uma *Data Warehouse* é a qualidade da informação provida para o utilizador final, por isso a necessidade de uma sólida metodologia para a implementação e manutenção da mesma.

A metodologia de desenvolvimento de *Data Warehouse* usada pela PT Inovação compreende as seguintes macro tarefas :

Gestão do Projecto

Gestão da infra-estrutura

Especificação e análise

Desenho e Desenvolvimento

Implantação

Figura 2 - Organização de um Projecto de Desenvolvimento de DW

Para cada uma destas tarefas existem um conjunto de entregáveis *(deliverables)* que vão sendo disponibilizados ao longo do projecto. Nos parágrafos seguintes detalham-se as tarefas atrás referidas relacionando os produtos entregáveis resultantes da sua execução.

GESTÃO
Realiza todo o trabalho necessário para gerir o projecto a nível técnico e operacional, coordenando e correlacionando as diferentes tarefas, ao mesmo tempo que faz o interface com o cliente. Tem a seu cargo a organização, numeração, classificação, gestão de versões e, distribuição da informação gerada no projecto.
ENTREGÁVEIS
M1
Plano do Projecto
M2
Documento de escopo macro

INFRAESTRUTURA
Tarefa da Responsabilidade do Cliente que:
Define a infra-estrutura de *hardware* e das ferramentas *software* a ser usada no desenvolvimento e produção.
Implementa o ambiente de desenvolvimento, homologação e produção.
Opera e mantêm dos referidos ambientes
Providencia a infra-estrutura de comunicações necessária ao projecto.
Providencia o modelo de informação da empresa *(Enterprise Data Model e Entity Relationship Diagram).*
Define as áreas clientes da empresa e seus papeis no projecto.
Gere a comunicação interna à empresa.
ENTREGÁVEIS
C1
Projecto de infra-estrutura de comunicações
C2
Modelo de informação da empresa
C3
Plano de comunicação
C4
Definição de *hardware* e das ferramentas de *software*

ESPECIFICAÇÃO E ANÁLISE
Com esta tarefa pretende-se construir e analisar modelo corporativo (análise de negócio) e identificar as aplicações fontes (análise de ETL) de onde é determinado o conjunto de dados que deve ser carregado para a *Data Warehouse*.
Análise de Negócio
Sub-tarefa onde se executa o levantamento e definição de requisitos de negócio, através da identificação das variáveis e dimensões de análise e da definição e equalização de conceitos – Metadados de negócio . Adicionalmente é feito o levantamento das necessidades de informação e a definição dos relatórios pré-definidos

Análise ETL
Através desta sub-tarefa são identificadas as fontes de dados, feita a verificação da disponibilidade dos mesmos. Simultaneamente é necessário proceder à garantia da qualidade de dados. No caso de fontes múltiplas o Cliente deve garantir não só a qualidade das fontes individuais mas também a coerência da informação entre fontes. Conclui-se com a definição das regras de transformação – Metadados Técnicos
ENTREGÁVEIS
M3
Documento de definição de requisitos de negócio
M4
Documento de definição de requisitos de informação
M5
Documento de especificação de requisitos de ETL
M6
Documento de *gap* entre os requisitos pretendidos e os dados disponíveis nas fontes

DESENHO E DESENVOLVIMENTO
Onde se faz a construção do modelo que identifica dimensões e factos de análise e se define o nível de agregação, a frequência e periodicidade de carga dos dados na *Data Warehouse*. Em simultâneo é desenvolvida a camada de software que permite o acesso aos dados, seja por ferramentas OLAP ou relatórios pré-definidos.
Modelo de Dados
Desenho do modelo lógico do data warehouse
Desenho do modelo físico de dados
Implementação do modelo físico
O desenho do modelo físico tem que ter em conta a ferramenta de *front-end* e acima de todo a base de dados a usar.
ETL
Desenho das estratégias e processos de extracção transformação e carga
Desenvolvimento da extracção
Desenvolvimento dos processos de qualidade de dados da extracção
Desenvolvimento da transformação e carga
Desenvolvimento dos processos de qualidade de dados da transformação e carga
Front - End
Desenho da Camada Semântica
Desenho do acesso dos utilizadores aos metadados. (definição de dados, sistemas fontes, derivações de dados e regras de negócio aplicadas durante a transformação, etc.)
Desenvolvimento de Relatórios OLAP Pré-definidos

ENTREGÁVEIS
M7
Documento de desenho lógico do *Data Warehouse*
M8
Documento de desenho físico do *Data Warehouse*
M9
Software de ETL
M10
Software de Qualidade de ETL
M11
Software de *Front-End* - Relatórios pré-definidos

IMPLANTAÇÃO
Tarefa onde se faz a preparação e a passagem para produção do sistema através:
Desenvolvimento dos procedimentos de operação e manuais de usuário
Formação de utilizadores
Povoamento da *Data Warehouse*
Execução dos testes de aceitação
Entrega em produção
ENTREGÁVEIS
M12
Manual de operação
M13
Manual de utilizador
M14
Software de produção

À medida que as iterações vão sendo implementadas, a *Data Warehouse* vai provando sua utilidade, vão sendo requeridos ajustes, mais e mais utilizadores vão descobrindo a informação nela existente e requerendo novas facilidades. Trata-se pois de um sistema de informação em desenvolvimento contínuo que requer um uso de metodologia diferenciada de projectos de ciclo de vida completo.

6 Conclusão

Num mundo globalizado de negócios, a informação tornou-se a palavra chave. Neste contexto, a partir do início da década de 90, o termo *Data Warehouse* ganhou projecção no mundo corporativo, tornando-se uma das mais fortes tendências da indústria da computação. Quando correctamente implementado, a *Data Warehouse* torna-se numa valiosa ferramenta competitiva, uma vez que se

propõe a prover, entre outras coisas, uma fonte única de informação no contexto do negócio, domínio e qualidade da informação para o utilizador final.

A abordagem apresentada neste artigo descreve a metodologia para a implementação de uma *Data Warehouse* tradicional embora aplicada a uma operadora com características particulares.

A tecnologia de *Data Warehouse* tem evoluído bastante, beneficiando de factores como o vertiginoso incremento nas potencialidades de *hardware*, no entanto ainda se baseia na movimentação bruta de grandes massas de dados para a sua transformação em informação. Esta movimentação de enormes volumes de dados tem custos de *hardware* e *software* bastante elevados, com um retorno do investimento prolongado e uma dúbia eficácia.

7 Referências

http://vivo.com.br/

Inmon, W. H., Como Constuir o Data Warehouse, Editora Campus, Rio de Janeiro, 1997

Kimball, R., The Data Warehouse Toolkit: Pratical Techniques for Building Dimensional Data Ware-houses, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1996

João Mota

Colaborador da PT Inovação há mais de 15 anos.

Ao longo deste tempo participou activamente em diversos projectos de desenvolvimento e normalização ISDN, bem como, no projecto CLIP da Portugal Telecom. Foi o responsável pela unidade de Sistemas de Suporte à Decisão. Foi também auditor dos programas de investigação e desenvolvimento da Comissão Europeia e do EURESCOM, tendo sido membro convidado do grupo de acção *"Europe's way towards the information society"* da Comissão Europeia.

Actualmente é Director Adjunto da PT Inovação Brasil acumulando a função de coordenação do projecto de *data warehouse* unificado e a direcção do projecto de pré-pago unificado da VIVO.

Luis Cortesão
Filipe Martins
Eduardo Taborda
João Pias

SISTEMAS DE GESTÃO DE FRAUDE EM TELECOMUNICAÇÕES

Fraude, Detecção Baseada em Regras, Estatística, Redes Neuronais, Raciocínio Baseado em Casos

A fraude em telecomunicações é um problema que afecta todos os operadores, constituindo um factor importante nas perdas de receitas anuais verificadas. Para além do impacto financeiro, deve também considerar-se os constrangimentos ao lançamento de novos serviços e os reflexos negativos na imagem do operador com o aumento da probabilidade de *churn* de clientes e o consequente risco para o negócio.

A clara identificação dos mecanismos de fraude e a utilização de técnicas de detecção de fraude adequadas contribui para reduzir o impacto da fraude no negócio dos operadores de telecomunicações.

Neste artigo são apresentados os tipos e métodos de fraude mais importantes e, subsequentemente, descritas um conjunto das técnicas de detecção mais relevantes na implementação de sistemas de gestão de fraude em telecomunicações.

1 Introdução

Os operadores de telecomunicações estão sujeitos a grandes pressões dos mercados competitivos actuais no sentido de obterem maiores lucros, aumentarem a eficiência e, simultaneamente, reduzir os custos.

Infelizmente, para a maioria dos operadores, a possibilidade de aumentar os lucros pelo aumento da cota de mercado tem-se revelado uma tarefa difícil. Aparentemente, o aumento dos lucros apenas pode ser atingido maximizando a eficiência da infra-estrutura instalada e aumentando o tráfego ou reduzindo custos e eliminando perdas.

Nesta perspectiva, um factor importante a considerar como causa de perda de receita é a fraude. Várias organizações têm estimado que a fraude pode afectar entre 3% e 6% das receitas brutas de um operador.

Importa também registar que um conjunto de factores tem possibilitado o aumento e variedade dos mecanismos de fraude. Para tal contribui o advento crescente de novos tipos de tecnologias de serviços, a cada vez maior sofisticação dos métodos pelo fácil acesso a recursos técnicos avançados e a facilidade de divulgação de informação dos métodos e oportunidades de fraude.

O recurso a um sistema de gestão de fraude pode reduzir o impacto da fraude nas receitas dos operadores de telecomunicações.

Neste artigo pretende descrever-se os tipos e modos de fraude mais comuns assim como alguns métodos e técnicas que deverão ser considerados num sistema de gestão de fraude.

2 Tipos e Métodos de Fraude

A fraude pode catalogar-se a vários níveis e de diversas formas. De seguida descreve-se uma possível classificação por motivos e pelos modos e métodos associados.

2.1 Motivos

Uma divisão de alto nível pode ser baseada na motivação de quem pratica a fraude. Podemos assim considerar dois grupos de fraude. Podemos identificar um grupo que tem como objectivo a obtenção de lucro *(Revenue fraud)*, e onde podemos destacar a revenda de chamadas e abusos em serviços de valor acrescentado. Surge um segundo grupo onde os motivos são de natureza pessoal *(Non-revenue fraud)* e onde podemos enquadrar as fraudes cometidas normalmente por funcionários/ex-funcionários, revendedores ou curiosos que actuam com motivações relacionadas, por exemplo, com o favorecimento de amigos, a diminuição de custos, a demonstração de capacidades técnicas ou mesmo vingança.

2.2 Modos e Métodos Associados

Uma outra forma de classificação de fraude é pelos modos e métodos de realização. Podemos identificar as seguinte áreas:

Fraude de Subscrição
Subscrições fraudulentas recorrendo a credenciais falsas o que permite liberdade para acumular dívidas ou tentativa de fuga sistemática ao pagamento.
Surfing
Envolve a utilização de serviços de outros sem o seu consentimento e leva ao aparecimento de chamadas "fantasma" na sua conta. Este tipo de fraude poderá não acarretar um prejuízo directo para a operadora porque esta tem, em alguns casos, legitimidade para proceder à sua normal facturação, mas tem um impacto negativo na imagem do operador, podendo constituir um factor de *churn*. Os métodos mais comuns são a duplicação ilícita de cartões (clonagem), a duplicação de códigos de cliente que permitam efectuar chamadas, o roubo de códigos de acesso, a violação de equipamentos de PABX de clientes comerciais ou ligações físicas clandestinas à linha/equipamento de clientes legítimos *(teeing-in)*.
Fraudes Técnicas
Podemos destacar a utilização de contas não facturáveis como linhas de teste, a exploração de erros de concepção dos sistemas, a utilização de dispositivos electrónicos e a supressão de CDR *(Call Detail Record).*
Contabilística
Envolvem a exploração dos processos de facturação e tarifação das operadoras. Enquadra por exemplo os pedidos de indemnização fraudulentos, a alteração ilícita dos dados para adição de serviços e funcionalidades, as recargas ilegais e os pedidos de devolução de fundos sem fundamento.
Abuso de Informação
Aqui podemos considerar a venda de informação valiosa da operadora como informação de clientes VIP ou números de *vouchers* e a divulgação de vulnerabilidades dos diversos sistemas.

3 Técnicas de Detecção de Fraude

A versatilidade e adaptabilidade da fraude tornam necessário a utilização de um conjunto variado de ferramentas e tecnologias. Estas ferramentas deverão ser capazes de processar grandes volumes de informação (por exemplo registos de chamadas, informação de clientes e facturação) e permitir uma fácil incorporação das novas tecnologias. O surgimento regular de novos serviços e alterações do volume de clientes requer ferramentas facilmente escaláveis.

Um outro factor de eficiência do combate à fraude é o acesso à informação em tempo real de diferentes fontes e sistemas (por exemplo, informação de cliente e de facturação), tornando-se a interoperabilidade dos sistemas um requisito importante.

De seguida apresentamos algumas das técnicas mais utilizadas na implementação de sistemas de gestão de fraude.

3.1 Detecção Baseada em Regras

A utilização deste método baseia-se na definição de regras que, se violadas, indiciam situações suspeitas (alertas) e passíveis de serem analisadas por cruzamento com a informação complementar (por exemplo, informação de cliente, informação de facturação, histórico do cliente, ...) que permita enquadrar a situação de violação da regra.

A construção de regras baseia-se, essencialmente, em informação particular de chamadas vistas individualmente (por exemplo registo de chamadas de elevada duração para destino suspeito) ou na informação agregada de conjuntos de chamadas com características específicas (por exemplo, volume e duração agregada de chamadas para destinos internacionais em períodos temporais definidos pelo analista). Nesta última situação, registos de várias contas num determinado período são comparados com limiares e contas que os excedam podem desencadear alertas para posterior análise de fraude.

Uma evolução natural do processo é a criação e manutenção de listas de contextos suspeitos que sejam incluídas nas regras criadas. Por contextos suspeitos podemos referir, células de uma rede móvel onde determinados perfis de consumo constitui indício elevado de fraude, destinos internacionais, telefones de origem ou destino a monitorar atentamente, equipamentos mais propensos a algum tipo de fraude técnica. As listas podem ser utilizadas como critérios na definição de alertas ou como funções de agregação, da mesma forma que é utilizado um nº de telefone ou país.

Principais Vantagens da Detecção Baseada em Regras :
A facilidade da alteração dos limiares por forma a incorporar alterações nos padrões de consumo e utilização.
A facilidade de criar novas regras para detectar padrões de utilização que caracterizem novas situações de fraude entretanto identificadas.
O processo de análise baseia-se na violação de regras que o analista entende facilmente, sendo a informação complementar a analisar subsequentemente derivada das regras específicas violadas.

As regras são definidas por especialistas e os limiares podem ser escolhidos por tentativa e erro ou pela sensibilidade que advém da experiência. Alternativamente, árvores de decisão ou algoritmos de aprendizagem podem ser aplicados a subconjuntos de treino de dados para determinar as regras e limiares mais adequados.

Principais Desvantagens :
Os limiares utilizados para critérios de detecção das regras devem ser continuamente monitorados e adaptados às diferentes circunstâncias (período do dia, tipo de conta, tipo de chamada,...).
Os *fraudsters* mais sofisticados esperam que limiares de detecção sejam aplicados e tentam restringir a sua actividade a valores não detectáveis pelas distintas regras.

Uma evolução importante é a introdução de motores de regras extremamente flexíveis que permitem o cruzamento de informação das diferentes fontes de informação disponíveis. Baseadas em interfaces de utilizador extremamente adaptadas, permitem integrar nas regras a lógica de análise posterior e assim diminuir consideravelmente o número de alertas susceptíveis de análise – o analista pode assim concentrar-se num conjunto de alertas mais passíveis de indiciarem situações de fraude. É assim possível incorporar nas regras factores de exclusão/inclusão de informação de cliente ou de consumo prévio, ou antiguidade e histórico com base em agregados. A utilização desta flexibilidade permite a criação de regras multi-variáveis extremamente potentes e adaptáveis a novas situações de fraude. Em contrapartida poderão acarretar uma complexidade e morosidade computacional que justifique alguma ponderação na implementação de regras particularmente complexas. Adicionalmente, regras cruzando informação de vários fontes e agregados pode resultar na necessidade de gerir múltiplos limiares inter-relacionados que deverão ser revistos regularmente por um especialista que os adeqúe a quaisquer novos comportamentos fraudulentos.

3.2 Técnicas Estatísticas

As técnicas estatísticas oferecem uma vasta gama de métodos matemáticos adequados à análise de grandes volumes de dados. Estas técnicas são particularmente eficientes na detecção de alterações significativas na utilização de serviços ou no comportamentos de consumo dos clientes. Essas alterações podem, no entanto, resultar de outros motivos que não a utilização fraudulenta, o que implica que a análise e interpretação dos desvios identificados seja complementada com outra informação relevante (informação de cliente e facturação, alterações de características do mercado, ...).

A informação recolhida pode também ser utilizada para antecipar e caractevrizar alterações do mercado, novas tendências de consumo e alterações da envolvente tecnológica.

Entre as técnicas estatísticas mais relevantes em processos de detecção de fraude podemos destacar:

Técnicas descritivas de agrupamento *(clustering)* como métodos de partição ou hierárquicos que permitem agrupar os clientes de acordo com características similares (origem, destino, duração, custo,...); utilizam critérios de medição de semelhança dos *clusters* (por exemplo, o *k-nearest neighbour)* para comparar registos agregados de chamadas recolhidos posteriormente, e, ao verificar que não se enquadram nas características do *cluster* a que pertence o cliente, poderão indiciar possíveis situações fraudulentas;

Técnicas preditivas como o CART *(Classification And Regression Trees*) ou o CHAID *(Chi-squared Automatic Interaction Detector)* que permitem reduzir o conjunto de variáveis relevantes que melhor caracterizam uma situação e definir as métricas de relacionamento associadas; as árvores de classificação resultantes são extremamente úteis na identificação de situações de fraude;

Técnicas baseadas no teorema de *Bayes* que utilizam o conhecimento e experiências anteriores para inferir a probabilidade de situações novas excepcionais; extremamente útil para elaborar modelos de detecção capazes de atenuar o impacto de situações circunstanciais (por exemplo, períodos de festas que alteram padrões de consumo).

3.3 Aprendizagem Baseada em Redes Neuronais

Redes neuronais são processos computacionais baseados no cérebro humano. No cérebro, milhares de milhões de neurónios estão interligados através de sinapses que formam redes neuronais biológicas, sendo a informação transmitida através da rede por sinais electroquímicos.

Existem vários tipos de redes neuronais que partilham o seguinte conjunto de características comuns:

São formados por nodos interligados que representam neurónios; cada neurónio recebe uma informação de entrada, processa-a e gera uma informação de saída;

Os diferentes nodos podem ser organizadas em arquitecturas específicas com padrões de ligações entre nodos específicos;

A rede é treinada para responder a dados introduzidos e não programada.

A principal diferença entre redes neuronais e os métodos computacionais convencionais é o facto de a rede neuronal ser treinada para aprender a executar a sua tarefa de análise, enquanto a computação convencional usa a programação para executar a tarefa de análise. Muitas situações reais são difíceis de modelizar com regras e algoritmos, indispensáveis para as técnicas de programação convencionais. Isto deve-se em parte à sua complexidade mas também à impossibilidade de se encontrarem regras exactas e precisas que modelizem todas as situações. As situações que envolvem o julgamento humano constituem um bom exemplo. As decisões são tomadas ponderando evidências e a importância de um factor pode depender de muitos outros factores. Nestas circunstâncias, o julgamento humano resulta da experiência. As redes neuronais imitam este processo ao aprenderem a reconhecer padrões de comportamento. A utilização de redes neuronais revela-se extremamente adequada, por aprenderem a gerar a resposta correcta durante o processo de treino.

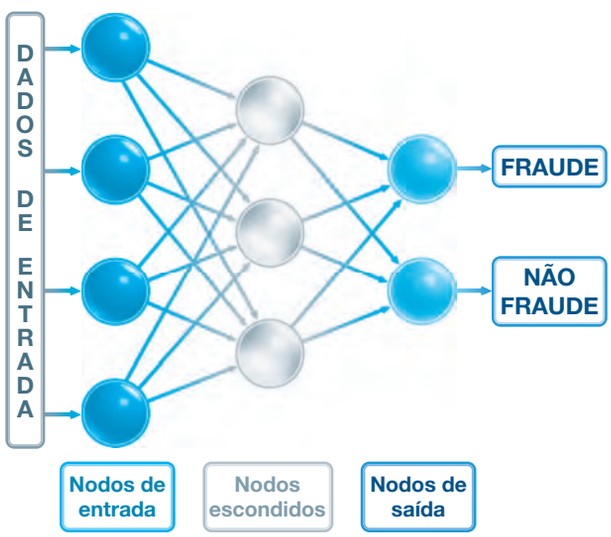


Figura 1 - Estrutura de Rede Neuronal

3.3.1 Tipos de Redes Neuronais

Existem diferentes arquitecturas de redes neuronais que se distinguem pelo método de treino – supervisionado ou não supervisionado.

Treino Supervisionado

Os sistemas supervisionados são treinados para responder a determinadas entradas, utilizando no treino informação de comportamento conhecido. Após o treino, os sistemas são capazes de identificar e generalizar entradas a partir da sua semelhança com o conjunto de treino. O processo de treino requer que o resultado da análise de cada exemplo de dados de entrada seja confirmado ou corrigido até que o nível de precisão pretendido seja atingido.

No treino supervisionado, os dados de treino podem consistir em múltiplos exemplos de fraude e não fraude. Estes dados são introduzidos na rede e o valor resultante é comparado com o resultado pretendido (por exemplo fraude quando os dados introduzidos são um exemplo de fraude). Os pesos de cada nodo são automaticamente ajustados em cada fase para adaptar cada saída ao resultado final pretendido. Deste processo de ajustes contínuos para múltiplas repetições do conjunto de dados de treino vai resultar a rede treinada.

Os conjuntos de treino devem ser suficientemente vastos e variados para a rede aprender todas as características e relações relevantes que lhe permitam configurar o conjunto de pesos mais adequados a todas as situações possíveis.

Treino Não Supervisionado

Redes neuronais não supervisionadas classificam automaticamente a informação de entrada em conjuntos similares. Não existem influências exteriores no processo de ajuste dos pesos de cada nodo, pois a performance é monitorada pelo próprio sistema. Estes redes procuram regularidades ou tendências nos dados de entrada e adaptam-se de acordo com a função da rede. Mesmo sem informação explícita sobre a correcção dos resultados, a rede organiza-se automaticamente com base na sua topologia e regras de aprendizagem associadas.

As redes não supervisionadas são particularmente adequadas quando é necessário identificar e classificar comportamentos e a natureza da informação pesquisada é de alguma forma desconhecida.

3.3.2 Fraude e Redes Neuronais

As redes neuronais são adequadas a situações em que os dados a analisar são extremamente complexos, não sendo assim possível definir regras que classifiquem as diferentes situações de forma rápida e precisa.

Uma vantagem da utilização de redes neuronais é o facto de se tratarem de modelos preditivos particularmente adaptados ao reconhecimento de padrões súbitos, escondidos e emergentes em dados complexos. A análise simultânea de centenas de variáveis e das relações entre os dados, permite identificar os referidos padrões. Por exemplo, CDR, IPDR, mensagens SS7 e dados de chamadas em tempo real pode ser analisadas em conjunção com informação do cliente.

Adicionalmente, o facto de as redes serem baseadas em operações matemáticas constitui uma vantagem computacional no processamento de grandes volumes de dados quando comparado com o peso da implementação computacional de regras procedimentais como no caso de métodos baseados em regras.

Outra vantagem na utilização de redes neuronais é do facto de evoluírem com a experiência. À medida que mais informação é recolhida, a rede pode voltar a ser treinada e a *performance* melhorada. Esta capacidade de se adaptarem a alterações de comportamentos torna-as uma técnica indicada para a detecção de fraude, pois os comportamentos dos *fraudsters* e utilizadores legítimos também varia ao longo do tempo.

Em contrapartida, a principal desvantagem é a incapacidade de, facilmente, inferir o processo de detecção implementado e consequente dificuldade na identificação e interpretação dos casos e características associados que estão na origem de situações de análise incorrecta.

3.4 Raciocínio Baseado em Casos (CBR)

Raciocínio Baseado em Casos (CBR) refere um modelo computacional e cognitivo de raciocínio por analogia com casos passados. Uma premissa básica de CBR é que a maioria dos problemas com que os analistas se confrontam não são únicos, mas variações de um tipo de problema. É assim mais eficiente resolver um problema com base na solução de um problema similar anterior, do que gerar a solução completa de raiz. Além disso, podemos também referir que os especialistas normalmente raciocinam por analogia com casos anteriores.

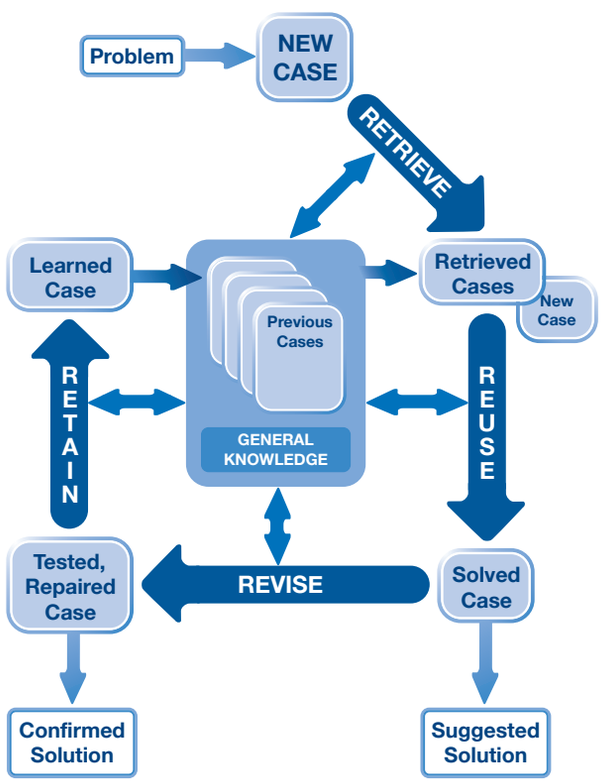


Figura 2 - Sistema de Raciocínio Baseado em Casos

Este conceito de raciocínio baseia-se no armazenamento de experiência anteriores sob a forma de casos. Num sistema CBR cada caso representa uma situação específica ou entidade e é armazenado numa biblioteca de casos para reutilização em novas situações. Os casos podem ser recuperados da biblioteca de casos a partir de pesquisas definidas pelo analista. Esta pesquisa descreve a situação presente que se pretende resolver ou completar. O resultado é uma lista de casos ordenados por grau de semelhança com a pesquisa efectuada. Em situações complexas é, no entanto, insuficiente determinar as soluções mais semelhantes. Nestas situações, um ou mais casos recuperados podem ser adaptados para formar a nova solução (devem também ser definidas regras para adaptação de soluções a partir dos casos seleccionados). Esta nova solução pode ser guardada na biblioteca de casos como um novo caso, referindo informação sobre o processo, nomeadamente

o motivo por que se optou por determinadas alternativas e se descartaram outras. Desta forma encerra-se o ciclo de raciocínio e permite-se que o sistema CBR aprenda e evolua com o tempo. A aprendizagem também ocorre quando as características das soluções inadequadas são identificadas e esse facto é registado no caso para evitar a repetição de escolha de soluções não adequadas.

Na prática, o sistema adquire conhecimento sobre o problema recolhendo os valores de atributos do caso que identificam o tipo de problema e o distinguem dos restantes tipos de problemas. Os atributos do caso que identificam o tipo de problema são utilizados como índices para armazenamento e pesquisa de casos. Os índices e regras de semelhança incidem particularmente nas características que podem ser utilizadas para justificar a distinção entre as soluções dos casos. No caso vertente da fraude em telecomunicações, os atributos poderão ser, por exemplo, duração, valor, destino e origem, franja horária e período do ano, informação de cliente, informação de facturação, etc..

A utilização de CBR adequa-se a situações em que a relação entre os atributos que caracterizam um caso e a solução não são explícitas ao ponto de serem representadas por regras ou quando a relação entre os casos e as excepções à regra é elevada e os sistemas baseados em regras se tornam impraticáveis. O CBR é particularmente adaptado a estas situações pelo facto de permitir modelizar as excepções e os casos novos.

O CBR é também muito útil na explicação e justificação de soluções, pois efectuar uma analogia com casos passados similares pode ser mais persuasivo que argumentos baseados em modelos de regras.

A principal desvantagem do CBR é a dificuldade em recuperar uma solução apropriada quando não é possível identificar um caso suficientemente similar na base de casos. Nestas situações, a análise do sistema vai comportar as mesmas deficiências que a resultante da análise de um analista inexperiente com o conhecimento de um nº insuficiente de casos relevantes. Por vezes é difícil reconhecer um novo tipo de problema, nomeadamente quando esse novo caso se distingue dos casos anteriores por características/atributos que não estão representados nos índices. Torna-se por isso relevante a validação do sistema pela avaliação da forma como a base de casos cobre a extensão do domínio. As métricas de semelhança devem ser construídas de forma que o sistema CBR consiga identificar as situações em que a base de dados de casos não contém um caso suficientemente relevante para utilizar como solução.

A base de dados de casos deve ser desenhada de forma a incluir tanto as situações em que as soluções propostas são as correctas como quando não são as mais adequadas.

3.5 Mecanismos Complementares

Os resultados dos processos de detecção devem ter associados processos de análise complementar que, idealmente, deveriam ser efectuados por analistas de fraude experientes.

Para apoiar convenientemente as tarefas dos analistas, os sistemas de detecção de fraude devem disponibilizar um conjunto de facilidades, entre as quais destacamos:

Interfaces de fácil utilização para acesso e visualização conjunta da informação relevante associada proveniente de todas as fontes disponíveis;
Métodos de visualização que utilizem as capacidades do analista de reconhecimento de padrões para detectar anomalias; importa aqui referir a capacidade de o sistema visual humano se adaptar dinamicamente e com relativa facilidade a alterações dos comportamentos dos *fraudsters*;
Ferramentas de gestão de casos que automatizem os processo burocráticos e permitam gerir todo o processo subjacente à identificação de situações de fraude.

4 Conclusões e Perspectivas Futuras

As técnicas de detecção apresentadas têm âmbitos de utilização distintos, sendo adequadas a situações de fraude específicas e distintas, tal como foi referido na descrição das técnicas. Uma outra alternativa é a implementação de sistemas de detecção de fraude que as combinem de uma forma integrada e transparente para o utilizador.

A fraude e o comportamento legítimo mudam constantemente, assim sistemas incapazes de evoluir e "aprender" tornam-se rapidamente obsoletos. Existe portanto a necessidade de ferramentas que permitam construir sistemas precisos e de fácil utilização, que pos-sam ser utilizados na detecção de fraude em diferentes tipos de serviços de telecomunicações. Esses sistemas deverão ser facilmente escaláveis e capazes de se adaptar a mudanças comportamentais, tanto dos utilizadores legítimos como dos *fraudsters*.

Nesta óptica, dois campos de trabalho podem revelar-se interessantes por, aparentemente, poderem vir a responder tanto aos requisitos atrás referidos, como a algumas das principais limitações das técnicas de detecção apresentadas;

Técnicas que permitam identificar padrões e relações entre as diferentes variáveis envolvidas na caracterização dos processos e desta forma identificar os dados e relações entre os dados mais relevantes para a detecção de fraude; estes processos são normalmente baseados na intuição subjectiva do analista mas deverão evoluir para a implementação de sistemas automáticos e objectivos que analisem e avaliem os dados em função de vários critérios – por exemplo, relevância, cobertura, confiança, complexidade – por forma a implementar soluções de detecção mais precisas;

Utilização de tecnologia de agentes organizados de acordo com a especificidade das tarefas de detecção de fraude – por exemplo, análise de padrões, pesquisa de correlações, monitoria de alterações comportamentais, etc.; esta tecnologia tem como principal vantagem a possibilidade de alterar o comportamento dos agentes específicos individualmente e assim adaptá-los a alterações circunstanciais verificadas e com impacto nas tarefas específicas; outra vantagem relevante é a facilidade de adicionar novos agentes ao sistema por forma a suprir novas tarefas de detecção de fraude identificadas ou incorporar novas tecnologias.

5 Referências

http://www.dacs.dtic.mil/techs/neural/neural_ToC.html

http://www.iiia.csic.es/People/enric/AICom.html

http://sysopmind.com/bayes/bayes.html

E. G. Berbés, I. C. Múgica, F. J. G. Mazario. Gestión del fraude en telecomunicaciones. Comunicaciones de Telefónica I+D, Numero 33, Marzo 2004

Bill Seymour. How Neural Network Technology Can Tackle the Growing Telecom Fraud Problem. Information Security Bulletin, CHI Publishing Ltd, April 2000

Michael Cahill, Fei Chen, Diane Lambert, José Pinheiro, Don X. Sun. Detecting Fraud in the Real World. Handbook of Massive Datasets, Kluewer, 2002.

http://www.eurescom.de/message/message-Mar2002/intelligenttechn.asp

Luis Cortesão (PT Inovação)

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, serviços baseados em localização, *business intelligence*, planeamento estratégico de sistemas de informação, usabilidade, gestão de competências e gestão do conhecimento.

Actualmente envolvido no desenvolvimento de sistemas de gestão de fraude e soluções de *revenue assurance*.

Filipe Martins (Telbit)

Licenciado em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho.

Estágios profissional e curricular na PT Inovação sob os temas "Desenvolvimento de aplicações genéricas para *Data-Warehousing*" e "Aplicação de técnicas inteligentes para detecção de fraude em telecomunicações", respectivamente.

Actualmente, a trabalhar na Telbit - Tecnologias de Informação como gestor de projecto do SGF Centaur (parceria PT Inovação-Telbit).

Eduardo Taborda (Telbit)

Frequência no 5ª ano da Licenciatura em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra.

Formação académica na área de Inteligência Artificial com conhecimentos de processos de *Data-Mining*, Algoritmos de Aprendizagem, Planeamento e Escalonamento e Linguagem Natural.

Colaborou no desenvolvimento de *software* de IA no Laboratório de Informática e Sistemas do Instituto Pedro Nunes.

Actualmente, está envolvido no desenvolvimento do SGF Centaur na Telbit - Tecnologias de Informação.

João Pias (PT Inovação)

Licenciado em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho e Pós-graduado em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra.

Larga experiência na especificação, desenho e controle de sistemas de suporte à decisão, nomeadamente no processamento maciço de *Call Detail Records*, *Transaction Data Records* e na construção de *Data Marts* de Cliente.

Hoje é responsável pelo grupo de Sistemas de Suporte a Decisão da PT Inovação.

Luis Cortesão

Filipe Martins

Eduardo Taborda

João Pias

SISTEMAS DE GESTÃO DE FRAUDE
CENTAUR

Sistema de gestão de fraude, Detecção baseada em regras, *Profiling*

Este artigo descreve o processo de gestão de fraude disponibilizado pela aplicação Centaur. Após abordagem genérica da arquitectura do sistema, descreve-se todo o processo de interface de dados, referindo nomeadamente o processo de recolha, preparação e enriquecimento dos dados. De seguida detalha-se a implementação do processo de detecção baseada em regras, o *profiling* e a impressão digital. Após referir os processos de análise, investigação de casos e *reporting*, conclui-se com as evoluções previstas da aplicação.

1 Introdução

A redução da fraude converteu-se num dos principais desígnios dos operadores de telecomunicações, sendo portanto central a existência de ferramentas que permitam o acesso rápido e simples a informação detalhada relativa à actividade dos clientes que possa resultar em perda de receita

A aplicação Centaur surge como a ferramenta da PT Inovação para apoiar e suportar o processo de combate à fraude. A ferramenta é baseada na extensa experiência da PT Inovação na área das telecomunicações, articulada com o conhecimento de vários anos de combate à fraude da TMN e desenvolvida em parceria com a empresa Telbit – Tecnologias de Informação.

O resultado é uma aplicação que incorpora todos os mecanismos básicos subjacentes a um sistema de gestão de fraude, com um enfoque particular na flexibilidade indispensável para adaptar os processo em execução à sempre volátil e evolutiva realidade da fraude.

Este artigo pretende descrever o processo de gestão de fraude disponibilizado pela aplicação Centaur, desde o processo de recolha, preparação e enriquecimento dos dados, passando pelos diferentes processos de detecção, a subsequente análise, investigação de casos e *reporting* e finalizando com as evoluções previstas da aplicação.

2 Arquitectura

A arquitectura global suportada em componentes da aplicação Centaur **(Fig. 1)** permite uma considerável flexibilidade e simplicidade na utilização.

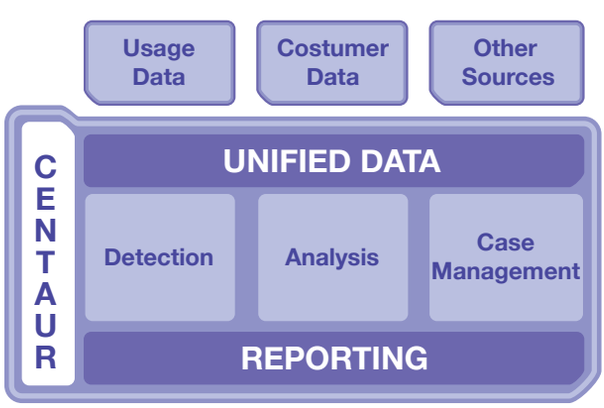


Figura 1 - Arquitectura Celular

A arquitectura *plug-n-play* permite ao administrador a activação e desactivação de qualquer funcionalidade de forma perfeitamente transparente ao utilizador. Este conceito permite enquadrar a necessidade de integrar na aplicação novos conceitos, entretanto desenvolvidos, de detecção e análise, para responder a novos cenários emergentes de fraude.

A lógica de componentes distribuídos por plataformas multi-servidor, confere à aplicação uma absoluta escalabilidade, independente da dimensão do operador de telecomunicações, e adaptando-se a evoluções no parque de clientes ou gamas serviços existentes.

A arquitectura flexível permite uma interligação ou integração transparente com outras aplicações externas.

3 Interface de Dados

A aplicação processa registos provenientes de múltiplas origens, tais como ficheiros planos ou bases de dados relacionais. Periodicamente, colectores específicos recolhem os dados, efectuam a sua descodificação e carregam-nos numa base de dados. Subsequentemente, é efectuada a limpeza dos dados e, se necessário, a agregação *(assembly)* de registos. Após concluída a anterior preparação dos dados, um processo de mediação encaminha-os para os correspondentes repositórios no formato interno adequado **(Fig.2)**. Neste ponto são também efectuadas operações de enriquecimento dos dados através da marcação de registos com informação relevante de outras fontes.

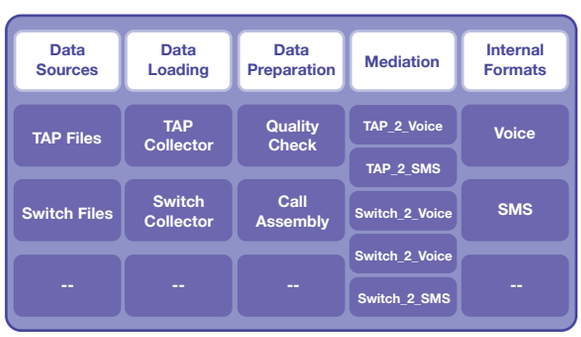


Figura 2 - Fluxo de Dados Centaur

3.1 Recolha

A aplicação foi desenhada para integrar qualquer fonte de dados considerada relevante para o processo de detecção e análise. A informação pode ser carregada a partir de ficheiros planos, outras bases de dados, directamente das aplicações de facturação ou outros sistemas operacionais e de suporte às funções do operador.

A informação mais comum utilizada pelos analistas nos processo de detecção e análise de fraude inclui os CDR *(call detail record)*, registos de recargas de plataformas IN, registos de comutadores e *roaming* ou informação de cliente (aprovisionamento e facturação). Outra informação útil em alguns processos avançados de detecção é a sinalização nº 7, recolhida através de sondas instaladas em pontos chaves da rede.

A optimização do processo de recolha inclui:

A possibilidade de alterar a frequência dos processos em execução.
A monitoria do nº de registos existentes em cada ficheiro, o fluxo de dados em cada servidor, assim como eventuais erros do processo.
A possibilidade de processar, sem intervenção do utilizador, registos que cheguem fora de ordem, para uma janela temporal já processada .

3.2 Preparação

Para cada fonte de informação deverá ser possível configurar procedimentos de preparação de dados específicos, que implementem processos de limpeza e filtragem dos dados. Nesta fase é efectuada a agregação (assembly) de dados sobre todas as fontes de dados que o justifiquem e de acordo com os critérios estabelecidos pelo operador.

Sempre que necessário é efectuada a sincronização temporal entre as diferentes fontes de dados, para posterior correcta avaliação de eventos simultâneos como a detecção de colisão de chamadas e validação de velocidade entre chamadas efectuadas.

3.3 Mediação, Marcação e Tarifação

Nesta fase, os formatos originais são convertidos para formatos internos unificados de acordo com o tipo de registo (voz, dados, SMS, conteúdos,...).

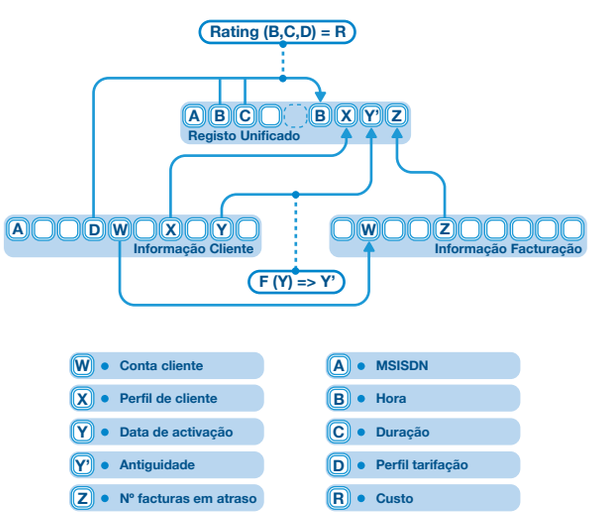


Figura 3 - Exemplo de marcação

O processo de marcação subsequente pretende enriquecer os registos com informação relevante de outras fontes, que permitam optimizar os processo de detecção e análise posteriores **(Fig. 3)**. Por exemplo, adicionar aos registos de voz, informação sobre o tipo de cliente ou sobre as dívidas por cobrar do mesmo cliente. Este processo é efectuado utilizando um conjunto de funcionalidades globais de correlação das distintas fontes de informação, disponibilizadas ao utilizador através de *wizards* que permitem mascarar a complexidade do processo subjacente.

Esta abordagem tecnológica é particularmente útil no processo de tarifação de chamadas. O nº de parâmetros utilizados pelos actuais motores de tarifação e planos tarifários é consideravelmente vasto, o que obriga a uma recolha prévia de informação de múltiplas fontes de informação, antes de efectuar a tarifação da chamada. A sua implementação integrada com o processo de marcação acima descrito, torna o processo de tarifação de chamadas apenas "mais um" dos distintos processos de enriquecimento de registos por marcação. O processo de tarifação é implementada recorrendo ao motor de tarifação PTIN.

4 Detecção

A detecção é implementada através de um motor de detecção de fraude baseado em regras extremamente flexível. Utiliza um conjunto predefinido de *templates* genéricos, sobre quais os analistas implementam os seus processos de detecção. Estes são desenhados por forma a garantir robustez e optimização no processamento de elevados volumes de dados. Desta forma, o utilizador consegue criar qualquer conjunto de regras baseadas em todas as fontes de informação disponíveis e condições pretendidas. Tal como no caso da marcação de registos, este processo é efectuado utilizando um conjunto de funcionalidades globais de correlação das distintas fontes de informação disponibilizadas ao utilizador através de *wizards* que permitem mascarar a complexidade do processo subjacente.

O processo de detecção tem por base três tipos de *templates* genéricos distintos:

Template de evento utilizado para gerar alertas baseados em condições sobre registos simples;
Template de agregação utilizado para gerar alertas baseados em condições sobre grupos de registos;
Template de colisão utilizado para gerar alertas baseados em condições que avaliam se a sobreposição da chamada é exequível.

Novos *templates* são criados sempre que seja necessário incorporar comportamentos fraudulentos detectáveis por regras não cobertos pelos *templates* existentes.

Todos os tipos de métricas (nº de chamadas efectuadas/recebidas, valor acumulado, duração acumulada, ...) podem ser utilizadas com os *templates*, dentro das janelas temporais explicitamente definidas pelo utilizador, para

implementar a regra de detecção adequada ao tipo de fraude específica identificada pelo analista.

A regra de detecção é construída correlacionando todas as distintas fontes de informação (dados da conta do cliente, informação de facturação, informação do cliente, ...) relevantes para o processo de detecção a implementar.

Associado a cada processo está o contexto específico (por exemplo MSISDN, conta do cliente, célula, IMSI, IMEI, país, equipamento,...) da regra de detecção em implementação, o que permite a flexibilidade de detectar fraude ao nível de cada contexto específico.

4.1 Listas

Também associado a contextos distintos (os acima referidos ou qualquer outro contexto julgado relevante no processo de detecção) existem listas. As listas podem ser utilizadas como critérios na definição de alertas ou como funções de agregação, da mesma forma que é utilizado um nº de telefone ou país.

Cada lista permite armazenar um nº ilimitado de elementos do contexto particular, mantendo a designação, descrição, data de expiração, registo e data de cada actualização, assim como comentários que se julguem convenientes para clarificar a lista ou algum elemento da lista.

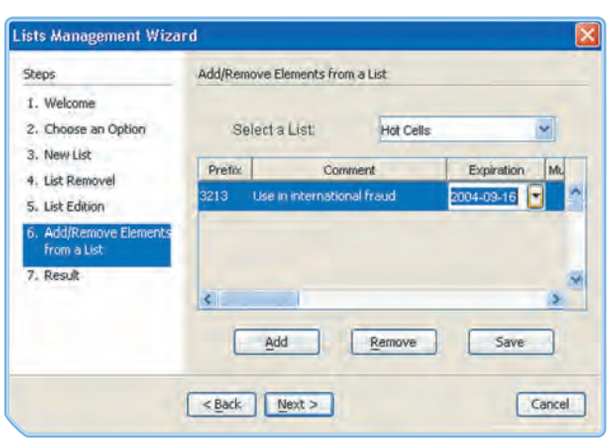


Figura 4 - Gestão de Listas

4.2 Multiplicadores

Para implementar algumas regras de detecção específicas, o analista pode associar multiplicadores globais por lista ou específicos associados a cada elemento da lista. Deste modo é possível aumentar ou diminuir os limiares de detecção associados ao elemento da lista em análise.

As listas e multiplicadores associados podem ser utilizadas para diferentes fins:

Excluir os seus elementos de uma regra de detecção específica (por exemplo, não incluir clientes VIP na regra de detecção por duração agregada mensal)
Apenas incluir os seus elementos numa regra de detecção específica (por exemplo, apenas incluir clientes em células problemáticas)
Aumentar ou diminuir a possibilidade de um alerta ser lançado para um elemento particular da lista (por exemplo, numa lista de destinos *Premium Rate*, aumentar o peso de chamadas para conteúdos para adultos e diminuir o peso das chamadas para conteúdos de notícias)
Gerar alarmes baseados em listas com registo de contextos de fraude identificados (por exemplo, listas de clientes com histórico de utilização suspeito)

4.3 Configuração de Detectores

Os limiares de detecção das regras e os períodos temporais associados são geridos e configurados numa consola de gestão de detectores. Para além de permitir alterar o escalonamento dos processos de acordo com as circunstâncias específicas de detecção, permite a rápida adaptação a alterações percebidas nos comportamentos dos *fraudsters*.

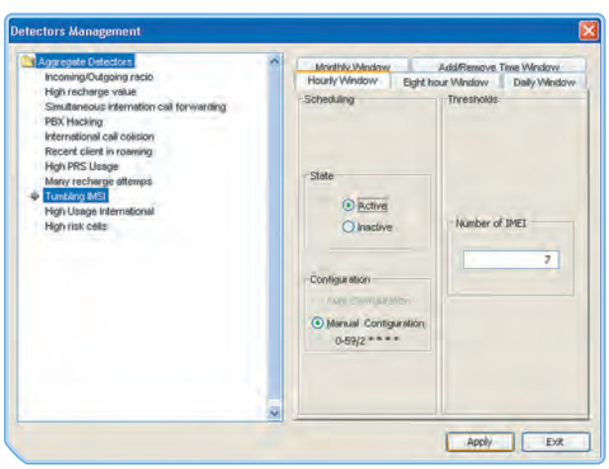


Figura 5 - Gestão de Detectores

4.4 Exemplos

As diversas funcionalidades descritas podem ser articuladas por forma a proporcionar a implementação de regras de detecção que permitam enquadrar grande parte dos comportamentos fraudulentos identificados.

Por exemplo, é possível identificar “todos os clientes pós-pagos recentes com consumos superiores a 200€ por hora em chamadas para Angola” sendo recente todos os clientes com menos de 3 meses no operador,

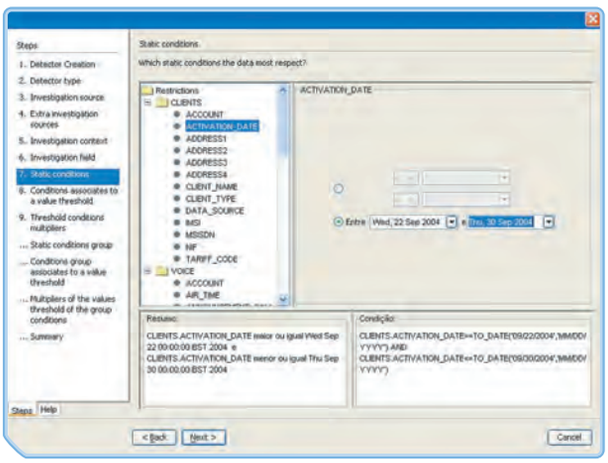


Figura 6 - *Wizard* de Detectores

O conceito anteriormente apresentado de contextos permite criar regras para detectar "as células com um total acumulado diário de chamadas internacionais superiores a um determinado valor"

A utilização de listas permite, por exemplo, o despoletar de alertas para todas as chamadas originárias de clientes presentes numa lista de clientes suspeitos.

A utilização de multiplicadores permite, por sua vez, a criação de regras que identifiquem "todas as contas com consumos mensais acumulados superiores a um determinado valor, ponderando de acordo com os multiplicadores associados a uma lista de contas suspeitas"

4.5 *Profiling*

A percepção de alterações no comportamento dos clientes é crucial na implementação de um sistema de gestão de fraude e pode ser baseada em técnicas de *profiling*. No Centaur, os perfis são implementados sumariando o histórico de chamadas dos clientes e podem ser definidos pelos analistas ou identificados através de técnicas autónomas e independentes do analista.

Os perfis podem ser definidos a partir de um conjunto de variáveis agregadoras (por exemplo total e média de chamadas, duração e custo por tipo de chamada, chamadas curtas e longas, frequência de chamadas e distribuição de chamadas,...) e de regras de aderência aos critérios definidos com base nessas variáveis. Desta forma é possível criar qualquer novo perfil de fraude emergente com base nas variáveis adequadas e regras de aderência associadas.

O principal óbice desta abordagem flexível é a escolha das regras de aderência adequadas quando se comparam perfis, visto que as relações entre as variáveis não são conhecidas à partida. Este problema pode ser ultrapassado recorrendo a algoritmos e mecanismos de aprendizagem (por exemplo, redes neuronais e árvores de decisão) que implementem perfis inteligentes automáticos baseados em relações explícitas e implícitas entre as variáveis. Estes perfis são criados a partir de amostras de dados e variáveis predefinidas

O *profiling* deve ser efectuado sobre contas ou serviços em diferentes janelas temporais, visto que um perfil tende a ser vago em períodos temporais longos e a especificidade de alguns serviços poder originar alterações súbitas no comportamento de algumas contas.

A aplicação Centaur gera automaticamente perfis de conta e serviço a partir de toda a informação disponível, sendo os alertas despoletados quando os perfis automáticos gerados coincidirem com perfis suspeitos previamente definidos ou ocorrerem súbitas alterações nos perfis automáticos gerados por conta.

As comparações poderão basear-se em técnicas estatísticas que implementem regras de semelhança com perfis predefinidos ou utilizando algoritmos de aprendizagem com redes neuronais ou árvores de decisão previamente treinadas, que comparem todas as chamadas similares e calculem a aderência a perfis de fraude.

4.6 Impressão Digital

A identificação de clientes fraudulentos que voltam a utilizar o operador com uma nova identificação é efectuada recorrendo a "impressões digitais" de clientes. A impressão digital de um *fraudster* é definida pelos destinos das chamadas efectuadas, frequência e períodos temporais associados, sendo complementado, quando disponível, com os registos das chamadas recebidas. As impressões digitais dos clientes recentes são periodicamente calculadas e comparadas usando regras de similitude configuráveis pelos analistas.

5 Investigação

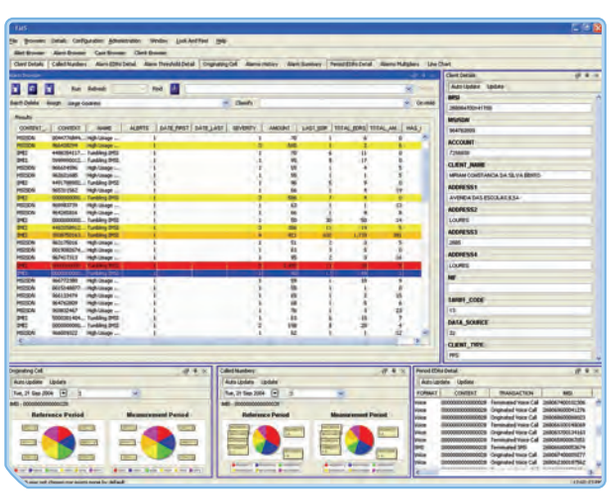


Figura 7 - Consola de Investigação

A investigação de alarmes é efectuada a partir de uma

consola que permite o acesso a toda a informação relevante para a análise dos alarmes, entretanto classificados de acordo com critérios de severidade definidos pelo operador. A partir dessa consola é possível aceder à informação detalhada sobre o cliente, os CDR do período ou que originaram o alarme, as regras associadas ao alarme e o histórico de alarmes do cliente.

A clarificação dos alarmes sob investigação pode ser optimizada recorrendo a informação gráfica que descreva o perfil de consumo do cliente (nºs chamados, células de origem das chamadas, montantes agregados por tipo de chamada,...). Após esta análise prévia, e quando pertinente, são criados casos baseados nos alarmes suspeitos.

6 Gestão de Casos

Quando a análise de um alarme indicia uma situação suspeita de fraude, é aberto um caso com base em todos os alarmes relacionados. Toda a informação relativa a esses alarmes (por exemplo, a definição do alarme, os CDR alarmados ou disponíveis no período ou a informação relevante do cliente associado ao alerta em causa) é transferível para o caso. Durante a investigação o analista pode aceder e incorporar informação relevante adicional como:

informação detalhada de clientes relacionados;

informação associada a outros alarmes;

CDR relacionados;

ficheiros externos relevantes.

Outras facilidades relevantes são a partilha de informação entre as diferentes entidades envolvidas, a manutenção de um arquivo de casos para cruzamento posterior, estatísticas de utilização para o gestor, alertas configuráveis por utilizador e indicadores financeiros.

O gestor de casos permite que o analista caracterize convenientemente o caso, associando o tipo de serviços envolvidos e classificando a fraude de acordo com os motivos, meios, modo e métodos. Cada caso pode ser priorizado pelo analista de acordo com níveis de severidade, sendo mantido um registo da sua evolução e calculados os custos da fraude e poupanças permitidas pela intervenção do analista

O sistema permite efectuar uma associação automática entre os casos seleccionados e qualquer outro caso existente, informação essa que permite uma optimização do processo de investigação ao incorporar conhecimentos resultantes de casos anteriores semelhantes. No futuro, processos baseados em inteligência artificial estabelecerão essas relações de modo semi-automático. A articulação e coordenação entre diferentes analistas é permitida através de mecanismos de *e-mail*, SMS ou baseados no interface do gestor de casos, sendo também implementáveis processo de transferência de casos entre analistas.

7 *Reporting*

Toda a informação disponível na aplicação – alarmes, casos, detalhes associados, gráficos e informação de gestão do sistema - é exportável para vários formatos de relatórios configuráveis pelo analista. A integração com ferramentas de *reporting* externas permite que o analista crie, modifique e execute pesquisas e relatórios *ad-hoc*, assim como utilizar facilidades de *pivot table* e efectuar pesquisas aprofundadas *(drill)* nos relatórios e gráficos produzidos.

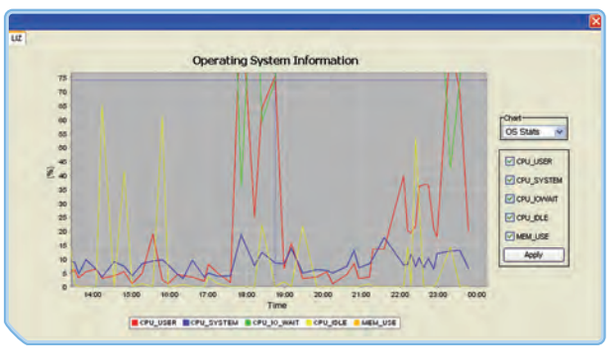


Figura 8 - Informação do Sistema Operativo

8 Aplicabilidade e Evolução

O Centaur é um sistema de detecção e prevenção de fraude aplicável a serviços pré-pagos e pós-pagos de um operador móvel ou fixo, capaz também de cobrir redes GPRS, UMTS, estando também prevista a evolução para redes IP.

A sua arquitectura modular permite-lhe a flexibilidade de evoluir e incorporar necessidades de detecção de fraude futuras, integrando os algoritmos e técnicas avançadas de IA mais adequadas a cada situação específica. Estes algoritmos e técnicas serão também utilizados para optimizar os processo de detecção e de gestão do sistema e dados associados.

Num futuro próximo, a utilização de agentes inteligentes de análise irá permitir uma investigação exaustiva, semi-automática e de acordo com os critérios do analista, dos alarmes e informação associada, validando previamente os alarmes mais relevantes e aumentando a eficiência dos processo de investigação dos analistas.

Esta fase de análise e investigação deverá integrar soluções diversas, baseadas em Raciocínio baseado em Casos (CBR), aprendizagem computacional e outras que demonstrem a sua eficiência nos diferentes contextos de

fraude. Estas soluções resultantes da pesquisa permanente da equipa de desenvolvimento, serão facilmente incorporados na arquitectura *plug-in* do sistema.

9 Referências

Luis Cortesão (PT Inovação)

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, serviços baseados em localização, *business intelligence*, planeamento estratégico de sistemas de informação, usabilidade, gestão de competências e gestão do conhecimento. Actualmente envolvido no desenvolvimento de sistemas de gestão de fraude e soluções de *revenue assurance*.

Filipe Martins (Telbit)

Licenciado em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho.

Estágios profissional e curricular na PT Inovação sob os temas "Desenvolvimento de aplicações genéricas para *Data-Warehousing*" e "Aplicação de técnicas inteligentes para detecção de fraude em telecomunicações", respectivamente.

Actualmente, a trabalhar na Telbit - Tecnologias de Informação como gestor de projecto do SGF Centaur (parceria PT Inovação-Telbit).

Eduardo Taborda (Telbit)

Frequência no 5ª ano da Licenciatura em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra.

Formação académica na área de Inteligência Artificial com conhecimentos de processos de *Data-Mining*, Algoritmos de Aprendizagem, Planeamento e Escalonamento e Linguagem Natural.

Colaborou no desenvolvimento de software de IA no Laboratório de Informática e Sistemas do Instituto Pedro Nunes.

Actualmente, está envolvido no desenvolvimento do SGF Centaur na Telbit - Tecnologias de Informação.

João Pias (PT Inovação)

Licenciado em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho e Pós-graduado em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra.

Larga experiência na especificação, desenho e controle de sistemas de suporte à decisão, nomeadamente no processamento maciço de *Call Detail Records*, *Transaction Data Records* e na construção de *Data Marts* de Cliente.

Hoje é responsável pelo grupo de Sistemas de Suporte a Decisão da PT Inovação.

Arnaldo Santos

A IMPLEMENTAÇÃO DO *E-LEARNING* EM AMBIENTES EMPRESARIAIS

***e-Learning*, *b-Learning*, Gestão da Formação, Impacto na organização; ROI; Conteúdos educacionais multimédia; Plataformas de *e-Learning*; e-Professores; Negócio de *e-Learning*; Ensino à Distância.**

O mercado do *e-Learning* está em franco crescimento. De acordo com a análise dos últimos estudos efectuados, e tendo em conta os recentes indicadores nacionais e internacionais, tudo indica que o *e-Learning* irá registar uma projecção acentuada, sendo já considerado como um novo negócio na actual economia digital.

O *e-Learning*, e mais recentemente o *b-Learning* (*blended Learning*), desenvolvimentos mais recentes das metodologias de ensino a distância, apresentam-se como estratégias formativas e educativas inovadoras que podem e devem ser consideradas como cruciais para o futuro das entidades ligadas à formação e educação.

Este artigo está desenhado para cobrir os aspectos multidisciplinares ligados a esta nova forma de aceder, receber e transmitir conhecimento, em ambientes empresariais inovadores. Como principais objectivos salientam-se os seguintes: a identificação dos componentes de um sistema de *e-Learning*, o processo de implementação do *e-Learning* em organizações, a oferta de serviços de *e-Learning* da PT Inovação.

Pretende-se, igualmente, evidenciar a importância do estudo permanente ao longo da vida, o acesso, a utilização e o domínio das novas tecnologias de informação e de comunicação ao serviço do ensino e da aprendizagem.

1 Introdução

Na sociedade moderna, o conhecimento é um bem de valor inestimável, pelo que é necessário promover a criação de mecanismos que contribuam para a sua difusão e consolidação.

Assiste-se, hoje, a um novo paradigma da educação e da formação, face à evolução constante das tecnologias de informação e de comunicação.

Estamos numa fase de mudança de mentalidades com a consequente mudança nos processos de ensino e de aprendizagem.

Figura 1 - Inovação em Contextos Formativos

A janela de oportunidade para adquirir conhecimento e os ciclos para o conceber, desenvolver e produzir obedecem a um novo paradigma que impõe mudança, mentalidades abertas e práticas alternativas para aprender, e mais importante ainda, para aprender a aprender.

Estão, portanto, a nascer novos caminhos e novos modelos de comunicação e, consequentemente, de formação e de educação, rumo ao **conhecimento**.

É expectável que a aquisição do conhecimento deva pautar-se, cada vez mais, por **percursos de formação dirigidos à função e aos desejos pessoais** e não por inscrições isoladas em cursos de catálogo. Neste contexto, passará a ser necessário conceber formação que inclua vários métodos, desde formação em sala até formação em ambiente de *e-Learning* e *b-Learning.*

O formando desejará poder escolher o método que melhor se coadune com a sua necessidade formativa, e disponibilidade de tempo para essa actividade.

Espera-se que, no futuro, parte da formação seja fornecida num ambiente educacional multimédia, via WWW, pedagogicamente concebido e tecnicamente normalizado.

Para isso, será igualmente necessária uma forte aposta na criação e gestão de conteúdos multimédia para formação, distribuídos em ambientes de *e-Learning* e *b-Learning*.

2 O *e-Learning* e o *b-Learning*

O ***e-Learning*** apresenta-se como uma metodologia de aprendizagem, inserida no vasto domínio da sociedade da informação e do conhecimento. O *e-Learning* pode ser definido como um processo de aprendizagem e de distribuição de conteúdos formativos, em ambientes digitais, através da Internet ou Intranet.

Por sua vez, o ***b-Learning*** pode ser considerado como uma estratégia pedagógica que combina situações de puro *e-Learning* com momentos de formação presencial.

Associada a uma evidente diminuição de custos em deslocações e estadias, uma das grandes vantagens do *e-Learning* é a **acessibilidade**, ou seja, permitir o acesso a formação em qualquer lugar e em qualquer momento.

O *e-Learning* permite grande flexibilidade, racionaliza recursos (financeiros e humanos), promove a inovação nos processos formativos, estimula a criação de conteúdos multimédia, permite a criação de comunidades de aprendizagem e alarga a cobertura geográfica da formação, mas só pode ser visto como vantajoso se, juntando os argumentos mencionados, permitir obter bons resultados pedagógicos para o formando (o valor real da aprendizagem é aquilo que é realmente assimilado por quem estuda).

Evolução do mercado de *e-Learning* na UE
(em milhões de Euros)

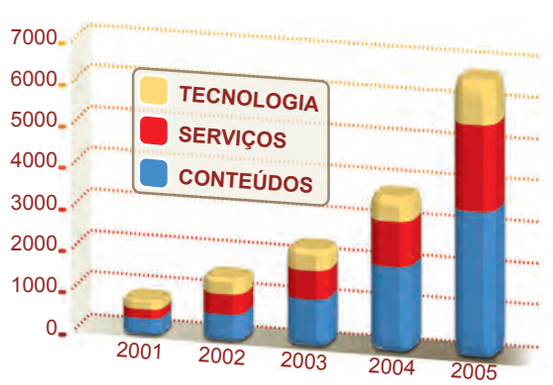


Figura 2 - Mercado do *e-Learning* na UE
(previsão IDC)

Os indicadores económicos mais recentes indiciam uma projecção acentuada do negócio do *e-Learning* na Sociedade da Informação e do Conhecimento. A comprovar este facto, a IDC avaliou o mercado mundial de *e-Learning* em 23 Biliões de Euros para 2004, repartido por 53% em **Conteúdos** (materiais pedagógicos), 32% em **Serviços** (consultoria, *helpdesk*, gestão e tutoria) e 15%

em **Tecnologia** (plataforma, equipamentos e telecomunicações). A IDC prevê igualmente que, em 2005, o mercado de *e-Learning* na UE deva atingir os 6,75 Biliões de Euros (com um crescimento estimado de 82% ao ano).

Existem, no entanto, obstáculos a ultrapassar, nomeadamente, a resistência natural à mudança, a resistência à tecnologia e a resistência ao próprio processo formativo.

Precisamos, portanto, de educar, de experimentar e de promover iniciativas que demonstrem as reais potencialidades pedagógicas do *e-learning* e do *b-Learning*.

3 Componentes de um Sistema de e-Learning

Existem várias formas e modelos de formação em ambiente de *e-Learning*. É comum verificar que cada instituição segue o seu próprio modelo, de acordo com o tipo de enquadramento pedagógico e formativo que detém. Contudo, esses modelos têm linhas de orientação pedagógicas comuns, definidas para tentar alcançar os objectivos de cada programa e completadas através da utilização de vários componentes que lhe estão associados.

Tendo em conta a experiência da PT Inovação nesta temática (mais de 10 anos de experiência), identificam-se **cinco componentes** que devem ajustar-se a cada modelo de formação em ambiente de *e-Learning.*

Figura 3 - Principais Componentes do e-Learning

1. Os **Conteúdos**, com qualidade científica e pedagógica e preparados para auto-aprendizagem ou aprendizagem colaborativa, em vários formatos (vídeo, áudio, texto e multimédia).

2. Os **e-Professores**, com competências científicas, pedagógicas e tecnológicas.

3. **Os Sistemas de Interacção**, que podem ser meramente informativos ou de aconselhamento entre formandos, formadores e instituições de formação.

4. A **Tecnologia**, que deve ser utilizada como um meio ao serviço do acto de aprender ou de ensinar (plataforma, comunicações e equipamentos necessários).

5. Os **Sistemas e Instrumentos de Avaliação**, rigorosos e transparentes, de modo a avaliar os formandos, a formação e os sistemas de gestão e de comunicação.

Para que um curso de formação em ambiente de *e-Learning*, tenha sucesso, considera-se importante garantir que a sua concepção tenha em conta estes 5 componentes. Desta forma, é muito provável que se minimize a incerteza relativa aos resultados pedagógicos dos cursos de *e-Learning* e à qualidade dos mesmos.

4 O Projecto de e-Learning em Organizações

O desenvolvimento de **projectos** de *e-Learning* em organizações empresariais devem seguir as orientações estratégicas da própria organização.

É de todo conveniente que a implementação do projecto de *e-Learning* esteja inserida na estratégia de formação dos recursos humanos dessa organização, assim como o seu envolvimento em novas estratégias de difusão da informação institucional.

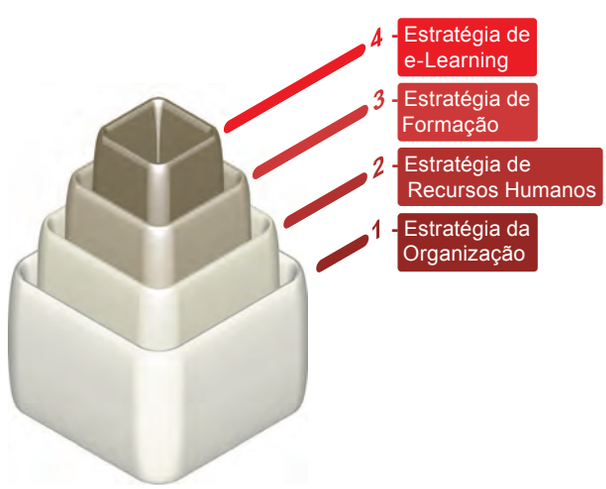


Figura 4 - Plano Estratégico do *e-Learning*

A operacionalização do projecto de *e-Learning* / formação na organização deve orientar-se segundo um plano estratégico onde se identificam as seguintes etapas:

1. Promover e preparar a organização para o *e-Learning*

Envolver a gestão de topo da organização, o departamento de recursos humanos, seleccionar a equipa de projecto, formar os intervenientes do processo e difundir a ideia e os objectivos do projecto.

2. Efectuar a análise das necessidades formativas

Identificar as reais necessidades de formação da organização, seleccionar os cursos (ou módulos) apropriados para o projecto de *e-Learning*, definir e caracterizar cada um desses cursos (oferta formativa).

3. Seleccionar parcerias tecnológicas

Seleccionar a plataforma (LMS) a utilizar, o tipo de acesso e a personalização do ambiente tecnológico.

4. Seleccionar parcerias pedagógicas

Garantir o desenvolvimento, a adaptação e a normalização de conteúdos educacionais multimédia.

5. Seleccionar metodologias de e-Learning

Seleccionar a metodologia de *e-Learning* apropriada: auto-aprendizagem, aprendizagem colaborativa ou ambas.

6. Executar o projecto de e-Learning

Efectuar o enquadramento do projecto de *e-Learning*, definir a sua estrutura, o investimento e exploração necessários e os resultados operacionais esperados **(*)**.

7. Medir o impacto do *e-Learning* na organização

Efectuar a avaliação pedagógica do projecto (elemento fundamental da formação), garantir e avaliar a eficácia dessa formação na empresa, medir o ROI *(Return On Investment)* tanto ao nível do impacto dos resultados (tangível), como do impacto nas pessoas (intangível).

(*) Sugere-se a implementação de um **projecto piloto** inicial, que possibilite à organização efectuar uma **experimentação** para depois consolidar em **projecto** de formação mais amplo.

4.1 A oferta de *e-Learning* da PT Inovação

A PT Inovação é hoje considerada, em Portugal, como um *Learning Service Provider*. São muitas as instituições que recorrem aos seus serviços para a implementação do seu projecto de *e-Learning.*

A experiência da PT Inovação, na área do *e-Learning* e *b-Learning* e o reconhecimento pelo mercado das soluções e dos serviços disponibilizados, constituem uma das vantagens competitivas da empresa nesta área de negócio.

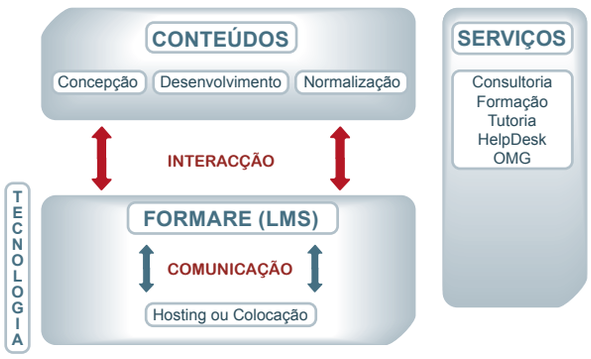


Figura 5 - Oferta de Serviços de e-Learning da PT Inovação

A oferta da PT Inovação cobre todas as áreas de intervenção inerentes a este serviço, desde a concepção, o desenvolvimento, a normalização e a integração de **conteúdos**, passando pela instalação, parametrização, alojamento e operação do LMS **Formare** e, finalmente, pelos **serviços** de consultoria, formação e acompanhamento dos intervenientes do projecto de *e-Learning*. A PT Inovação tem registado uma elevada e crescente procura pelos serviços que disponibiliza ao mercado de *e-Learning*. O número de clientes *e-Learning* tem vindo a crescer anualmente, o que comprova o êxito desta aplicação para a Sociedade da Informação (ver em serviços *on-line* em http://*www.ptinovacao.pt*).

Figura 6 - Evolução do Número de Clientes de *e-Learning*

Nota: Em http://www.formare.pt, apresentam-se vários exemplos empresariais com projectos de *e-Learning* implementados.

5 Estudo de casos - a Ordem dos Advogados e o CAMPUS PT

5.1 Ordem dos Advogados

A Ordem dos Advogados, através do seu **Centro de Formação On-line (CFO)**, é, actualmente, o maior cliente de *e-Learning* da PT Inovação e um dos maiores utilizadores de *e-Learning* em Portugal.

Nascido de uma ideia do Dr. Raposo Subtil e do Dr. Rui Maurício, ambos membros do Conselho Distrital de Lisboa da Ordem dos Advogados, o **CFO** foi criado e implementado em Maio de 2002 com o ambicioso objectivo de se firmar como um complemento formativo sério e eficaz, servindo-se das novas tecnologias e da Internet para permitir o acesso à formação a todos os advogados e advogados estagiários, sem limitações pessoais de tempo e espaço.

Alojado na plataforma tecnológica da PT Inovação (Formare), o CFO surgiu como uma ideia inovadora, quebrando todas as tradições da formação da Ordem e assumiu-se, quase de imediato, como uma opção estratégica na formação dos Advogados do Século XXI.

Inicialmente, o **CFO** vocacionou as suas energias para a formação complementar do estágio tradicional e procurou promover os primeiros cursos em regime de *b-Learning*, nomeadamente 3 cursos que ainda hoje são um sucesso - *Sociedades Comerciais, Divórcio por Mútuo Consentimento* e *Advogados e Tribunais e o e-mail*.

Os **indicadores do CFO** ilustram a importância e os efeitos que produz numa realidade que, por tradição, tem grandes resistências à mudança e à utilização das novas tecnologias.

Total de Utilizadores:	8465
Total de Inscrições:	30928
Total de Cursos / Fóruns Criados:	609
Total de Cursos / Fóruns a Decorrer:	36
Total de Mensagens Enviadas:	49368
Total de Mensagens Lidas:	1279617
Total de Acessos ao Centro:	679243

Tabela 1 - Indicadores do **CFO** (Julho de2004)

Volvidos mais de 2 anos sobre o aparecimento desta realidade, mais do que uma plataforma de *e-Learning* e de formação a distância, o **CFO** assume-se como a principal ferramenta formativa da Ordem dos Advogados.

Actualmente, a formação no **CFO** está segmentada em três vertentes nucleares: *Formação de Estágio, Formação On-line e Formação Presencial*. Trata-se, portanto, de um processo totalmente integrado na estratégia de formação desta organização.

5.2 CAMPUS PT

Mais que uma estratégia de *e-Learning*, o Grupo PT, desde o início de 2003, tem vindo a desenvolver uma política de formação que visa fundamentalmente a integração de diversas estratégias de formação de forma a tornar consistente, para todas as Empresas do Grupo, os seguintes objectivos:

- Desenvolver uma formação contínua partilhada com o objectivo da implementação de uma *learning organization*;
- Desenvolver o espírito de grupo e uma cultura empresarial própria;
- Utilizar a formação como um instrumento estratégico de gestão de forma a acelerar os processos de mudança;
- Permitir o desenvolvimento de competências e a aquisição do conhecimento de forma coerente e uniforme no Grupo PT;
- Introduzir economias de escala no *procurement* da formação comum.

Como forma de permitir atingir estes objectivos tem vindo a desenvolver-se, de forma integrada, um conceito de CAMPUS PT como instrumento de suporte a estas políticas.

O conceito de CAMPUS PT baseia-se no funcionamento e gestão da formação de forma integrada e harmonizada, de forma a oferecer a cada colaborador, independentemente da empresa onde trabalha, um percurso formativo compatível com as suas aspirações profissionais, com a estratégia empresarial e corporativa de desenvolvimento de negócios e o desenvolvimento de competências individuais essenciais à competitividade do Grupo PT.

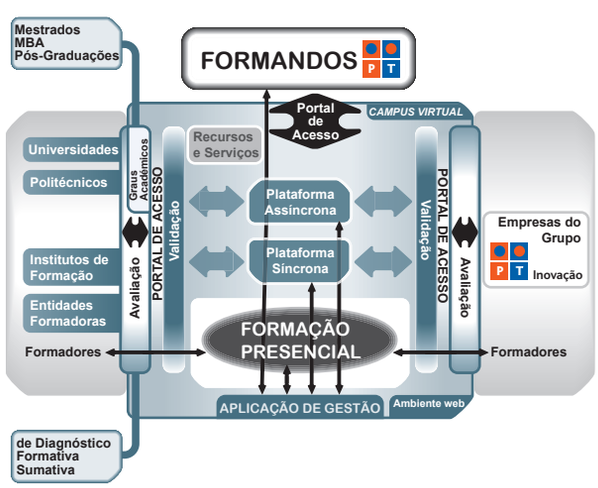


Figura 7 - Diagrama Conceptual de Funcionamento do CAMPUS PT

O conceito de CAMPUS PT envolve entidades formadoras internas ao Grupo e parcerias nacionais e internacionais, que, ao estarem integradas no âmbito do CAMPUS PT, permite uma partilha do conhecimento mais fácil e o desenvolvimento de estratégias formativas mais adaptadas e contextualizadas e de elevada eficácia. Como parte integrante deste conceito está o *e-Learning*, o qual se equaciona não como um objectivo em si, mas como uma ferramenta essencial para se atingirem os objectivos atrás enunciados. As estratégias de formação

desenvolvidas estão associadas a cuidadosos Planos de Implementação Pedagógica baseados em acesso a conteúdos para auto-aprendizagem para metodologias de *b-Learning*.

Em 2003 iniciou-se a concepção, desenvolvimento e aquisição para formação contínua e formação estratégica de diversos conteúdos considerados prioritários. Destes destacam-se:

FORMAÇÃO CONTÍNUA
SKIPPER
Programa de harmonização e desenvolvimento de competências de Gestão e Liderança composto por 14 módulos independentes e integrados no plano de acções de desenvolvimento individual, decorrente do processo interno de avaliação de competências.
Micro-Informática básica
Programa de preparação e harmonização de conhecimentos básicos, composto por 7 módulos, para certificação ECDL/ICDL com a implementação de um sistema de certificação autónomo.
Micro-informática avançada
Programas dirigidos às diversas funções com necessidades específicas.
Higiene e Segurança no Trabalho
Programa de compromisso empresa-colaborador de acordo com legislação aplicável (Código Laboral e Normas de Higiene e Segurança).

FORMAÇÃO ESTRATÉGICA
PRO UNO
Programa de formação composto por 14 módulos correspondentes aos diversos projectos associados à entrada em produção do ERP único para todo o Grupo.
KISS
Programa de formação associado à entrada em produção de aplicações de CRM no Grupo.

Em 2004 estão já em desenvolvimento diversos conteúdos que irão permitir a constituição das primeiras Academias de Conhecimento virtual, a saber:

Gestão e Liderança;

Tecnologias das Comunicações e Serviços;

Desenvolvimento e Performance de Negócio.

Para se ter uma ideia do que foi a evolução num único ano de constituição da componente virtual do CAMPUS PT, os números e o gráfico que se apresentam de seguida falam por si:

Total de Ultilizadores Criados:	**3127**
Total de Alunos Inscritos	**2275**
Total de Cursos Criados	**71**
Nº de Cursos a Decorrer	**29**
Total de Mensagens Enviadas:	**873**
Total de Mensagens Lidas:	**9750**
Total de Acessos ao Centro:	**17855**

Tabela 2 - Indicadores do CAMPUS PT (Julho 2004)

Para dar suporte universal para todos os colaboradores do Grupo PT à componente virtual do CAMPUS PT, foi instalado em 2004 uma infra-estrutura que irá permitir o acesso directo a todos os colaboradores (através de *Single Sign On* na Intranet do Grupo) e que possibilitará cerca de 3500 acessos em simultâneo, com a possibilidade de uma gestão individualizada dos respectivos percursos formativos e integração com a componente ERP de gestão de toda a formação do Grupo PT.

6 Conclusão

A evolução e a convergência tecnológicas, especialmente da Internet de banda larga, irão, provavelmente, criar novos serviços, plataformas, meios (como o *Wireless*, MPEG 7, UMTS ou a TV Interactiva) e formas de os utilizar para fins educacionais.

As bases de dados de conteúdos de formação e de informação, devidamente organizadas em portais de formação, controlados por sistemas de gestão de aprendizagem, deverão ser essenciais nos processos de implementação do *e-Learning* nas organizações.

A implementação do *e-learning* exige mudança, tanto ao nível organizacional como ao nível da atitude. O sucesso deste processo inovador, segundo Marc Rosenberg, deve-se ao cuidado que as *"Learning Organizations"* apresentam, ao definir uma estratégia de e-Learning baseada na regra dos 4 C´s - "***C**ulture; **C**hampion*; ***C**ommunication and **C**hange"* – uma nova **cultura** do *e-Learning*, o **campeão** que lidere o projecto de *e-Learnin*g, os sistemas de interacção que possibilitem uma melhor **comunicação** empresarial e uma estratégica integrada de **mudança**.

As empresas têm investido nesta nova forma de gestão, disseminação e partilha do conhecimento, utilizando sistemas e aplicações de formação desenvolvidos pela PT Inovação; os exemplos do CFO e do Campus PT são elucidativos a este respeito.

Desta forma, resta-nos acreditar que os ambientes de *e-Learning* irão proliferar em todas as áreas e em todas as instituições, na escola, nas empresas, na universidade ou em casa. Tudo indica que estamos perante um negócio sério, com grande potencialidade de crescimento, especialmente quando se trata de formação e educação presencial, à distância ou mista, utilizando as TIC.

7 Referências

Collis, B. (1996). "Tele-Learning in a Digital World", Int. Thomson Computer Press, London

IDC (2001), "Estudo sobre o futuro do e-Learning"

Keegan, D. (1996). "Foundations of Distance Education", Routledge, 3rd edition, London.

Lagarto, J. (2002). "Ensino a Distância e Formação Contínua", INOFOR, Colecção de FaD e e-Learning

Moore, M. (1991). "Theory of Distance Education", Distance Education Symposium: Selected Papers, Part 3, Pennsylvania State University, USA

Nordeste, P. (2003). "O e-Learning na Formação de Professores", LISF 2003, Lisboa

Revista Nov@Formação , INOFOR, nºs. 0, 1, 2 e 3

Rosenberg, M (2001) "e-Learning", Mc, Grow Hill

Salmon, G. (2000) e-Moderating. Kogan-Page

Santos, A. (2000). "Ensino a Distância e Tecnologias de Informação", Edição FCA, Lisboa.

Arnaldo Santos

Mestre em Engenharia Informática na área do e-Learning, na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (2000). Licenciado em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações na Universidade de Aveiro (1990).

Actualmente é responsável pelo Departamento de Aplicações para a Sociedade da Informação (e-**Learning**, Telemedicina e Cidades Digitais).

Professor, investigador e orientador de estágios e projectos de desenvolvimento na área da tecnologia ao serviço da formação e da educação. É autor de diversos artigos, apresentações e livros sobre a temática do e-*Learning*.

Arnaldo Santos

Filipe Peixinho

Artur Neves

Jacinto Barbeira

Maria Pereira

FORMARE - UMA SOLUÇÃO GLOBAL DE *E-LEARNING*

***e-learning*, *b-learning*, LMS, LCMS, ODL, *Instructional Design*, Formação on-line, EaD, e-Professores, Ambientes Colaborativos Web.**

A participação em projectos de investigação e desenvolvimento permitiu à PT Inovação adquirir conhecimentos e experiências importantes na área da utilização das novas tecnologias ao serviço da formação, nomeadamente no *e-Learning*, no ensino a distância e na formação on-line.

Neste contexto, foi concebido, desenvolvido um *Learning Management System* (LMS), designado por **"Formare"** (http://www.formare.pt), que suporta soluções de formação em ambientes Internet/Intranet e de difusão de conteúdos multimédia.

O presente artigo descreve a aplicação Formare (versão 3.1), o seu ambiente tecnológico, as suas principais funcionalidades e os resultados obtidos por esta aplicação no âmbito da sociedade da informação e do conhecimento.

1 Introdução

Assente numa estratégia de participação activa no desenvolvimento da Sociedade da Informação e do Conhecimento, a PT Inovação tem apostado no desenvolvimento de serviços, produtos e aplicações em áreas como a Telemedicina, a Educação e a Administração Pública.

Figura 1 - Aplicações para a Sociedade da Informação

Com a experiência adquirida ao longo de mais de 52 anos na organização de Formação Profissional, a PT Inovação tem vindo a cobrir todas as áreas de intervenção inerentes a este serviço, desde a identificação de necessidades de formação até à promoção e execução das acções de formação, passando pela concepção de programas formativos e de conteúdos pedagógicos.

Considerada por muitos como a Escola responsável pela Formação Tecnológica e de Serviços do Grupo PT, a PT Inovação tem apostado, desde 1993, na inovação dos processos formativos ao nível da Gestão de Formação, da Formação a Distância, do *e-Learning* e, mais recentemente, do *b-Learning*. Esta aposta resulta de uma necessidade interna em aperfeiçoar e optimizar todo o processo associado à formação, tirando partido das novas tecnologias emergentes e apostando em novas metodologias.

Nasceu, em 1994, a ideia do projecto "**Formação em Rede**", que se revelou fundamental para a disseminação do *e-Learning* no Grupo PT e a nível Nacional. Este projecto pretendia implementar, internamente, um serviço telemático e de gestão de formação que disponibilizasse formação e informação a todos os possíveis interessados, não só para consulta de dados de suporte e de apoio, mas também para a introdução de novas metodologias de ensino.

Para garantir a exequibilidade deste projecto, a PT Inovação concebeu e desenvolveu a envolvente tecnológica necessária para o *e-Learning*, assente num sistema de gestão da aprendizagem (LMS – *Learning Management System*), designado por FORMARE.

2 Caracterização do LMS Formare

Fruto da aprendizagem pedagógica e dos conhecimentos tecnológicos adquiridos, o Formare acompanha os 5 componentes principais de um sistema de *e-Learning* e de *b-Learning*, nomeadamente: a interacção eficaz e intuitiva com o utilizador, o acesso fácil à tecnologia, a disponibilização de serviços inovadores para os e-Professores, a difusão de conteúdos em diversos formatos e a avaliação pedagógica e da envolvente.

Figura 2 - Formare - Área de Trabalhos de Grupo

2.1 Principais Benefícios e Características

A versão 3.1 do LMS Formare disponibiliza um conjunto de serviços de *e-Learning* e *b-Learning*, que integra a gestão de formação (cursos, catálogos, inscrições, indicadores e históricos de formação) com os conteúdos multimédia, com o acompanhamento pedagógico remoto, o controlo intermédio, a confidencialidade, a autenticação e a gestão e securização da informação.

Para além de disponibilizar o carregamento, a gestão e a difusão de conteúdos formativos e informativos em diversos formatos, o Formare possibilita a aprendizagem em ambiente de auto-aprendizagem e aprendizagem colaborativa através de serviços de interacção síncronos e assíncronos.

Figura 3 - Principais Benefícios Formare

Relativamente ao processo de gestão da aprendizagem, a aplicação Formare garante as características básicas de um LMS, nomeadamente:

Instrumentos de Avaliação que possibilitam a gestão individual do antes, durante e pós formação, de modo a visualizar o desempenho do formando ao longo do seu processo de aprendizagem.
Funcionalidades de *Blended Learning* combinando a gestão da formação presencial com a gestão da formação a distância e dotando os sistemas de funcionalidades de colaboração, de comunicação síncrona e assíncrona e de directório, facilmente utilizáveis.
Conformidade com os *Standard* do sector por forma a dotar o LMS do cumprimento de normas específicas (como AICC, o IMS ou o SCORM).
Capacidade de integração de conteúdos multimédia desenvolvidos utilizando ferramentas de Autor como o *Director, Authorware, Dreamweaver, ReadyGo, TutorPro, FrontPage ou Toolbook.*
Capacidades de Registo e de Armazenamento tendo em conta o crescimento acentuado da utilização do *e-Learning* nas organizações e do respectivo número de utilizadores registados (monitorização e controlo das actividades dos formandos, gestão de conteúdos formativos).

2.2 Principais Funcionalidades

Esta aplicação contém funcionalidades de gestão de conteúdos, gestão do portal de acesso e gestão de conhecimento, suportada por poderosas ferramentas de edição e gestão de inquéritos e questionários bem como de gestão do repositório de recursos didácticos (manuais, ficheiros e *links*) através da constituição de diferentes bibliotecas.

No domínio da Gestão e Coordenação das actividades de formação o Formare disponibiliza diversas funcionalidades de registo, gestão e controlo, destacam-se as seguintes:

Controlo de acessos, mensagens enviadas e lidas.
Controlo de registos e participações em acções de formação.
Controlo de presenças e tempos de cada acesso.
Controlo de trabalhos implementados e registo de entregas.
Controlo da avaliação feita através de questionários e trabalhos quer individuais quer em grupo.
Mapa de indicadores gerais de cada turma.
Mapa de indicadores gerais de todas as turmas por curso e por centro de formação.
Disponibilização de inquéritos de *feedback* com facilidades de tratamento das respostas.
Registo e controlo de todos os recursos didácticos de cada curso.
Sistema de gestão e calendarização de actividades.
Sistema de gestão da aprendizagem de cada formando enquanto navega em conteúdos devidamente normalizados (formatados de acordo com a norma SCORM).
Sistema de alertas (a versão 3.1 da plataforma gere de forma automática e parametrizável mais de 40 tipos de alertas).
Sistema de gestão de conteúdos do portal e novidades.
Sistema de gestão de áreas temáticas, de catálogos de cursos e acções de formação.
Sistema de gestão de inscrições de formandos.
Sistema de gestão de acesso web com transferência de ficheiros *(download e upload)*.
Sistema de gestão de uma área para comunicação interactiva síncrona.

Figura 4 - Comunicação Síncrona *(we-meet)*

Para além destas funcionalidades, o **Formare** assenta numa estratégia que não exige de um professor, gestor ou aluno, conhecimentos de linguagens de programação para desenvolver e gerir o seu ambiente de ensino e aprendizagem.

2.3 Modelo Comunicacional e Perfis de Utilização

O LMS Formare está organizado de acordo com uma estrutura hierárquica de perfis de utilizador com privilégios diferenciados por função dentro de cada evento formativo. Na actual versão da aplicação, existem os seguintes perfis de utilizador:

Utilizador comum – utilizador com privilégio de aluno ou formando.
Tutor - utilizador com privilégio de professor ou formador.
Coordenador – utilizador com privilégio de gestão de cursos.
Gestor de Novidades – utilizador com privilégio de gestão de acesso ao portal, de novidades e da biblioteca.
Administrador – utilizador com privilégio de gestão global do centro de formação.

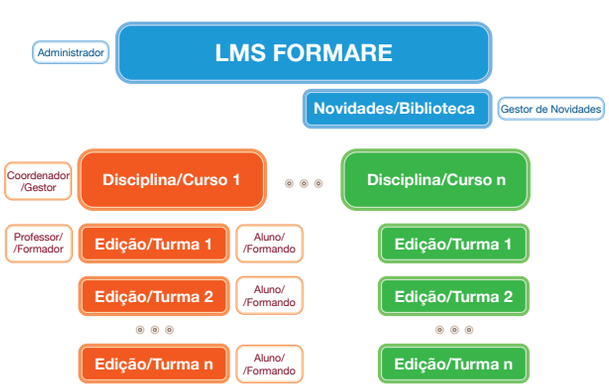


Figura 5 - Estrutura Formare - Perfis de Utilização

O acesso à aplicação, instalada em regime de alojamento (ASP) ou de colocação (em instalações do cliente), é garantido via *Internet* ou via *Intranet*.

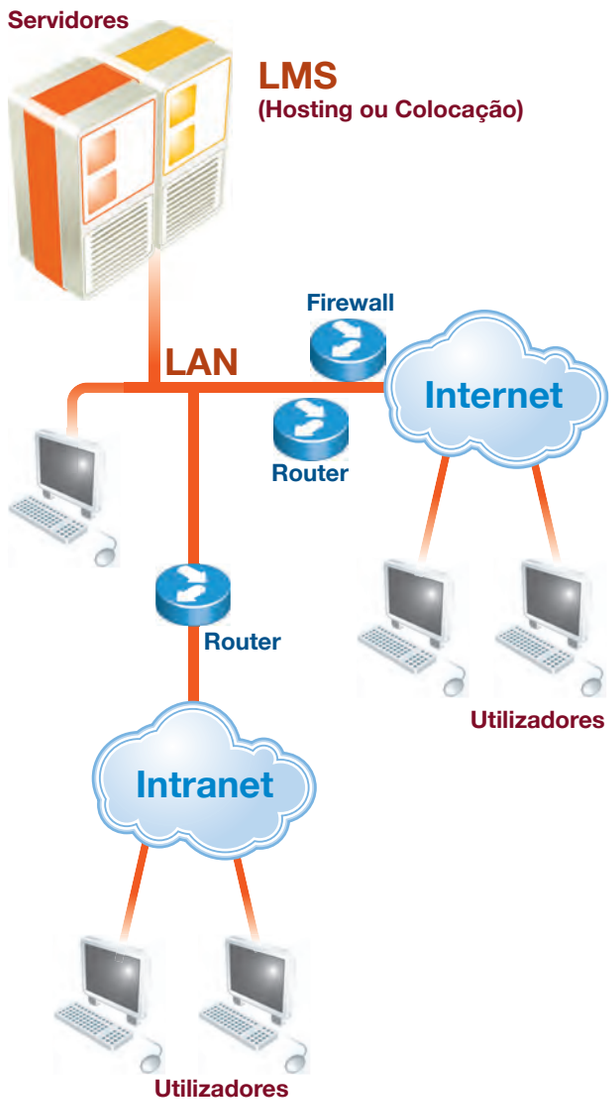


Figura 6 - Modelo Comunicacional de Acesso ao Formare

2.4 Tecnologia, Segurança e Confidencialidade

Assente num ambiente tecnológico Microsoft, a aplicação Formare é suportada por um Servidor Web (com o *SW Microsoft Windows 2000 Advanced Server, Microsoft Internet Information Server 5.0, Microsoft Active Server Pages e Microsoft .NET Framework 1.1*) e um servidor de Base de Dados (com o *SW Microsoft Windows 2000 Advanced Server* e *Microsoft SQL Server 2000 Enterprise*).

A evolução das versões do *software* é facilitada pela utilização de uma arquitectura de aplicações multicamada, com uma camada de apresentação (interface gráfico), uma camada lógica (*middleware*) e uma camada de dados (base de dados).

O desenvolvimento de todo o software da plataforma assenta em tecnologia Microsoft .NET, sendo utilizadas tec-

nologias XML e XML *Web Services* que possibilitam uma maior interoperabilidade e escalabilidade do sistema.

Uma vez que se trata de informação confidencial, a aplicação Formare implementa um conjunto de mecanismos de segurança e confidencialidade, dos quais se destacam:

Protecção do acesso à informação com mecanismo de permissões, partilha e encriptação de dados.
Confidencialidade da informação residente nas base de dados do sistema.
Transferência de dados cifrada utilizando o SSL *(Secure Socket Layer).*
Acesso assegurado em ambientes de redes TCP/IP **protegido por *Firewall*.**
Repositório local num conjunto de Servidores com **mecanismo de salvaguarda de informação** (em regime de Alojamento).

O Formare pode ser integrado com outros sistemas de informação através do desenvolvimento de APIs específicas, utilizando o conceito de linguagem XML e *Web Services.*

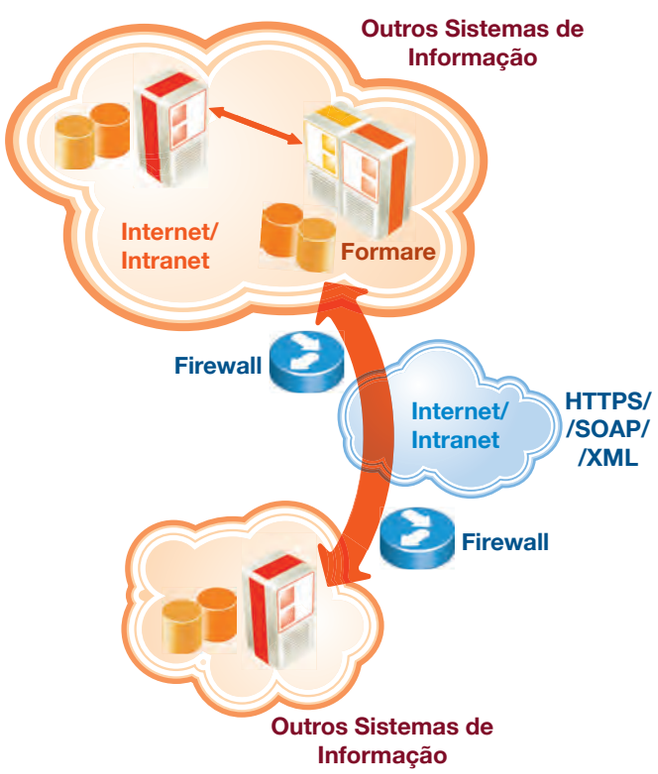


Figura 7 - Integração de Sistemas de Informação

3 A Integração de Conteúdos SCORM

Para além de permitir uma fácil reutilização, actualização e portabilidade dos conteúdos criados, a **normalização** dos **processos** de criação, integração e gestão de conteúdos possibilita consultar o rastreio da actividade e o progresso do formando ao longo da sua aprendizagem. Por exemplo: o número de vezes que acedeu a um determinado conteúdo, módulo ou sequência de aprendizagem, o número de tentativas bem ou mal sucedidas para completar um questionário ou um trabalho, a avaliação intermédia ou final da aprendizagem no conteúdo, assim como o tempo de permanência no mesmo.

São vários os organismos mundiais que se preocupam com esta temática, nomeadamente, o AICC *(Aviation Industry CBT Comitee)*, o IMS *(IMS Global Learning Consortium, Inc.)* e o SCORM *(Sharable Content Object Reference Model)*.

O **SCORM** é um projecto que resulta de uma iniciativa designada por ADL – *Advanced Distributed Learning,* lançado, em 1997, pelo departamento de defesa norte-americano (DoD) e pelo gabinete de Ciência e Tecnologia da Casa Branca.

Neste contexto, o SCORM pode ser definido como um conjunto de especificações para o desenvolvimento, adaptação e distribuição de conteúdos formativos em ambientes Internet. O SCORM define objectos de aprendizagem baseados num modelo de agregação de conteúdos *(Content Aggregation Model)* e um ambiente de aprendizagem on-line *(Run-Time Enviroment)*.

Actualmente, o SCORM apresenta um conjunto de secções principais:

Uma representação da **estrutura dos conteúdos**, baseada em XML (*eXtensible Markup Language*), permitindo que os mesmos sejam implementados nos mais diversos tipos de servidores.
Um conjunto de especificações para a definição do ambiente de execução ***(run-time environment)***, incluindo uma API *(Application Program Interface)*, que vai permitir uma comunicação com as bases de dados dos diferentes LMS *(Learning Management System)* através de um conjunto bem definido de funções em linguagem *JavaScript*.
Um **modelo de dados** fixo e sempre disponível nos LMS, independente da implementação específica e acessível através da API referida anteriormente.
Uma especificação para a criação de ***metadata*** para cursos, conteúdos e elementos de base (ficheiros).

O modelo definido pelo SCORM assenta na existência de unidades de formação estanques, designados por ***Sharable Content Objects*** **(SCO)**, agregadas e estruturadas num elemento lógico, com recurso ao modelo de *Content Packaging*, que possibilita a troca de informação entre os diversos SCO, o LMS onde são disponibilizados e o modelo de dados definidos pela norma. A catalogação dos conteúdos criados fica definida em XML, utilizando a estrutura de *metadata* definida pela norma.

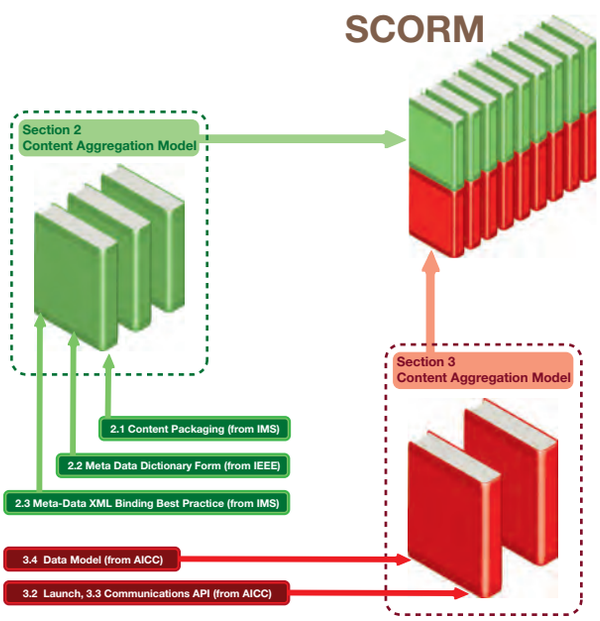


Figura 8 - Modelo SCORM

Este modelo implementa a independência total entre SCO, quer em termos de conteúdos físicos e respectiva catalogação, quer nos dados guardados pelos mesmos na base de dados de suporte de um LMS, o que garante a sua reutilização.

Pode verificar-se na figura que o SCORM aproveita algumas das definições e características técnicas e pedagógicas da AICC e do IMS. A grande vantagem desta proposta em relação às restantes é a integração dos vários aspectos relacionados com a criação de conteúdos, em detrimento de uma abordagem modular, com poucos pontos de contacto entre os diferentes grupos de trabalho.

O Formare foi a primeira plataforma portuguesa a cumprir todas as especificações da norma SCORM 1.2 *(Sharable Contents Object Resource Module)*, sendo reconhecida como *SCORM Adopter / ADL Partner* pela ADL (*Advanced Distributed Learning)*, e possibilitando a gestão on-line de conteúdos de aprendizagem, nomeadamente:

A publicação via *web* de conteúdos em formato electrónico não normalizados ou normalizados de acordo com a norma SCORM 1.2 .

A indexação dos conteúdos existentes no sistema aos eventos formativos.

A visualização de indicadores de actividade pedagógica dos formandos nos conteúdos normalizados.

A gestão do acesso integrado aos conteúdos de cada evento formativo.

4 Conclusões

A implementação de um serviço de *e-Learning*, suportado pelo Formare, apresenta uma série de vantagens inerentes ao próprio processo de gestão empresarial, nomeadamente, na racionalização de recursos, deslocações e estadias, permitindo alcançar um ROI *(Return on Investment)* adequado a cada projecto de *e-Learning*.

O Formare é um serviço de *e-Learning* de referência nacional que regista um sucesso assinalável em Portugal e no Brasil e conta, actualmente, com mais de 14.000 utilizadores activos de 30 instituições nacionais e internacionais.

As principais funcionalidades do Formare resultam de sugestões de utilizadores (professores, gestores e alunos). Esta característica representa uma das mais valias do Formare, uma vez que condiciona o seu desenvolvimento e a sua evolução com um conjunto de serviços orientados às necessidades específicas detectadas em ambiente real de *e-Learning* ou *b-Learning*.

Na PT Inovação, acredita-se que os ambientes de *e-Learning* irão proliferar em todas as áreas e em todas as instituições. Tudo indica que estamos perante um negócio com grande potencialidade de crescimento, especialmente quando se trata de formação e educação presencial, a distância ou mista utilizando as TIC. O LMS Formare acompanhará este crescimento, especialmente no que se refere a ambientes tecnológicos heterogéneos, dotados de mobilidade e de uma maior capacidade de rede para aceder a futuros objectos de aprendizagem.

Para visualizar e utilizar as funcionalidades do Formare, aceda a: *www.formare.pt*

5 Referências

Alessi, M. e Trollip,S. (2001). "Multimedia for Learning – Methods and Development", 3rd edition, Allyn & Bacon

Brandon-hall "LMS 2001 – How to Choose the Right System for your Organization", USA

http://www.adlnet.org

http://www.formare.pt

http://www.aicc.org

[6] http://www.imsproject.net

Keegan, D. et al. (2002). "e-Learning: o papel dos sistemas de gestão da aprendizagem na Europa", INOFOR, Colecção de FaD e e-Learning

Nov@Formação , revista do ICF, nºs. 0, 1, 2

Arnaldo Santos

Mestre em Engenharia Informática na área do *e-Learning*, na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (2000). Licenciado em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações na Universidade de Aveiro (1990).

Actualmente é responsável pelo Departamento de Aplicações para a Sociedade da Informação(*e-Learning*, Telemedicina e Cidades Digitais). Professor, investigador e orientador de estágios e projectos de desenvolvimento na área da tecnologia ao serviço da formação e da educação. É autor de diversos artigos, apresentações e livros sobre a temática do *e-Learning*.

Filipe Peixinho

Trabalha há 11 anos na Portugal Telecom Inovação S.A., actualmente no departamento de Consultoria e Sociedade da Informação, ligado ao desenvolvimento do FORMARE, a plataforma de *e-Learning* do Grupo PT, nomeadamente na área da Operação, Manutenção e Gestão de Sistemas Informáticos (LMS).

Concebe, especifica e desenvolve *software* aplicacional para a Sociedade da Informação. É e-Formador de cursos de Tecnologias ao serviço da Formação.

Artur Neves

Técnico-Profissional de desenvolvimento informático, ligado ao desenvolvimento de aplicações informáticas desde 1995 no anterior Centro de Estudos de Telecomunicações da Portugal Telecom. Ingressou na actual PT Inovação em Outubro de 2001, no departamento de Formação Tecnológica e de Serviços, exercendo actualmente funções no departamento de Aplicações para a Sociedade da Informação.

Participa na concepção e desenvolvimento de aplicações *web* corporativas e colaborativas, nomeadamente na plataforma Formare, e no suporte aos seus utilizadores.

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

Jacinto Barbeira

Licenciado em Engenharia Informática e Computação na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

A trabalhar há três anos na Portugal Telecom Inovação S.A., actualmente no departamento de Consultoria e Sociedade da Informação, ligado ao desenvolvimento do FORMARE, a plataforma de *e-learning* da PTIn, nomeadamente na área da Normalização da Criação e Gestão de Conteúdos para *e-learning*.

Maria Pereira

Licenciada em Engenharia Electrotécnica (correntes fracas) pelo Instituto Superior Técnico, Lisboa, 1984.

Tem participado em projectos de I&D, nacionais e internacionais, nas áreas de: soluções de telecomunicações para pessoas com necessidades especiais, telemedicina, cidades digitais e formação.

Actualmente integra a equipa de Consultoria e Sociedade da Informação onde é responsável pela gestão de clientes dos Serviços de *e-Learning* Formare.

João Filipe Plácido

João Ricardo Silva

Laura Paiva

Bruno Cabral

João Paulo Firmeza

M-WiPEP : PLATAFORMA DE MULTICANALIZAÇÃO DE CONTEÚDOS MULTIMÉDIA

M-WiPEP, I9, portal, adaptação conteúdos, serviços multimédia, serviços 3G, GPRS, UMTS.

A diversidade de conteúdos disponibilizados pelas várias empresas do grupo, se devidamente agregada, estruturada, e adaptada a diferentes canais, poderá constituir uma mais valia no desenvolvimento de serviços multimédia de nova geração.

O trabalho de desenvolvimento do portal I9 da TMN, evidenciou uma série de dificuldades e vicissitudes associadas à disponibilização de um vasto número de conteúdos, neste caso num canal móvel. Neste artigo descreve-se a plataforma M-WiPEP, que constitui uma primeira resposta a este problema, permitindo a agregação de conteúdos para suporte de serviços multimedia, com possibilidade de adaptação a diferentes terminais. São também evidenciados alguns cenários de evolução da plataforma, no sentido da criação de sinergias e consequente rentabilização dos conteúdos existentes no grupo.

1 Introdução

As características da plataforma M-WiPEP (*Multimédia – Wireless Portal Enhanced Platform*) fazem dela o suporte para a criação de portais multimédia completos (vídeo, imagem e som) e ricos em conteúdo, permitindo adequar o conteúdo aos diferentes utilizadores finais através de perfis com base nos tipos de terminais, tirando partido das características tecnológicas mais recentes dos terminais.

Incorpora e disponibiliza um conjunto de serviços e aplicações através duma atractiva interface com o utilizador, tais como:

Vídeo streaming

TV e vídeo em directo

Aplicações J2ME

Álbum MMS

Aplicações *M-Commerce*

Aplicações baseadas em localização

Acesso a conteúdos de valor adicional (*Premium*), cobrados por transacção.

Paralelamente fornece uma base de trabalho que permite fazer a agregação e administração dos conteúdos a ser apresentados.

Deste modo a plataforma M-WiPEP apresenta-se como uma solução flexível para disponibilização de serviços móveis 3G.

2 Enquadramento

A plataforma M-WiPEP foi desenvolvida especificamente para responder a um conjunto de requisitos da TMN em termos das necessidades directas dos seus clientes e de agregação de conteúdos, numa altura em que as características de rede (GPRS, UMTS) e a consequente evolução dos terminais, permitiam uma melhoria e um aumento significativos dos serviços a disponibilizar. O objectivo definido foi o de, num prazo imediato um conjunto de vantagens, nomeadamente em termos competitivos, uma vez que permitiu por um lado um aumento da utilização dos serviços, e por outro suportar e valorizar as parcerias com os fornecedores de conteúdos, algumas já bem estabelecidas.

3 Arquitectura

A arquitectura da plataforma M-WiPEP, baseia-se em *standards* e tecnologias actuais do mundo Java, nomeadamente a arquitectura J2EE **[1]** que é caracterizada pela sua flexibilidade, onde se destaca a facilidade de reutilização de componentes, modelo de segurança e o controlo das transacções.

Utilizando a linguagem Java e produtos de código aberto (*open source*), tais como o JBoss **[7]** e PostgreSQL **[10]**, a plataforma é constituída por três camadas distintas:

A camada de apresentação que utiliza o Cocoon como ferramenta para a adaptação e apresentação de conteúdos.

A camada lógica que faz uso extenso de EJB (EJB 2.0).

A camada de dados que utiliza uma base de dados relacional (PostgreSQL) .

Estas opções, em termos de implementação, possibilitaram tornar esta plataforma numa solução modular e estável o que significa que novas aplicações e funcionalidades são facilmente incorporadas, sem trazer degradações de performance e com tempos de implementação reduzidos. Estas características são muito importantes uma vez que os portais, pela sua natureza, estão sempre a crescer e a adaptar-se, surgindo regularmente novas aplicações e serviços para serem incorporados.

As componentes principais da arquitectura são apresentadas na **Figura 1** e descritas em seguida.

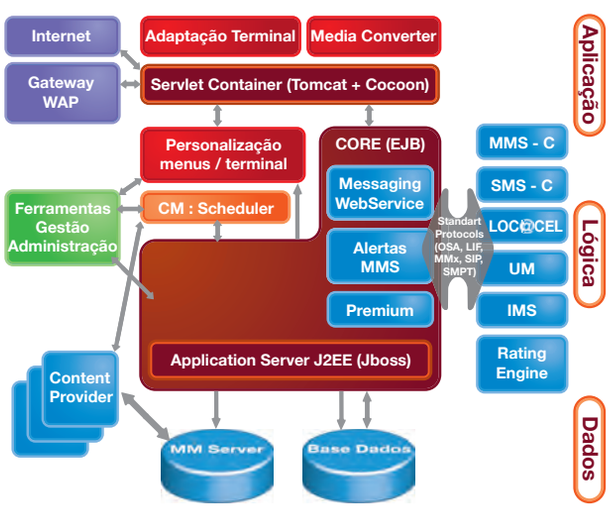


Figura 1 - Arquitectura da Plataforma M-WiPEP

3.1 *Core*

O *Core* faz parte da camada lógica e pode ser vista como a componente integradora. Concentra as funcionalidades relativas à coordenação do ciclo de pedidos HTTP e às interfaces com os módulos de importação de conteúdos e administração.

Estas funcionalidades são suportadas por EJB que constituem o modelo de objectos. O modelo de objectos

representa toda a informação relativa à plataforma, nomeadamente:

Tipos de terminais suportados;

Perfis associados aos terminais usados;

Estrutura de apresentação dos menus dos portais;

Aplicações e respectivos atributos;

Estrutura e dados relativos aos conteúdos;

Parâmetros de configuração da plataforma.

As interacções dos utilizadores finais com a plataforma traduzem-se em pedidos HTTP. Durante o ciclo dum pedido HTTP, o *Core* coordena as interfaces com o modelo de objectos para selecção da aplicação e perfil do utilizador, incluindo os acessos à base de dados e interface com os restantes módulos, por exemplo plataformas de *messaging* e *billing*, por forma a construir o pedido que será devolvido à camada de apresentação. Na camada de apresentação, estes dados serão processados tendo em conta as características do terminal, de acordo com o perfil obtido.

A interface com a aplicação de administração permite configurar os diferentes parâmetros relativos à plataforma, incluindo perfis de utilizadores e aplicações, configuração da importação de conteúdos, etc. Além disso a aplicação de administração interage com o *Core* para obter um conjunto de informação que utiliza para gerar dados estatísticos e de QoS de utilização da plataforma.

É ainda no *Core*, que se encontram as funcionalidades que permitem aos módulos de importação, armazenar a informação dos conteúdos na base de dados.

3.2 Apresentação: Adaptação de *Markup* e Imagens

A diversidade de terminais móveis existentes no mercado não permite que um portal móvel seja indiferente às características específicas do terminal cliente. As características dos terminais variam em funcionalidades básicas fundamentais para uma correcta apresentação dos conteúdos, como por exemplo:

Linguagens *markup* suportadas;

Formatos de media suportados;

Tamanho de ecrã.

A camada de apresentação da M-WiPEP é responsável pela adaptação de *markup* e imagens de acordo com as características dos terminais. A **Figura 2** ilustra o funcionamento da camada de apresentação M-WiPEP.

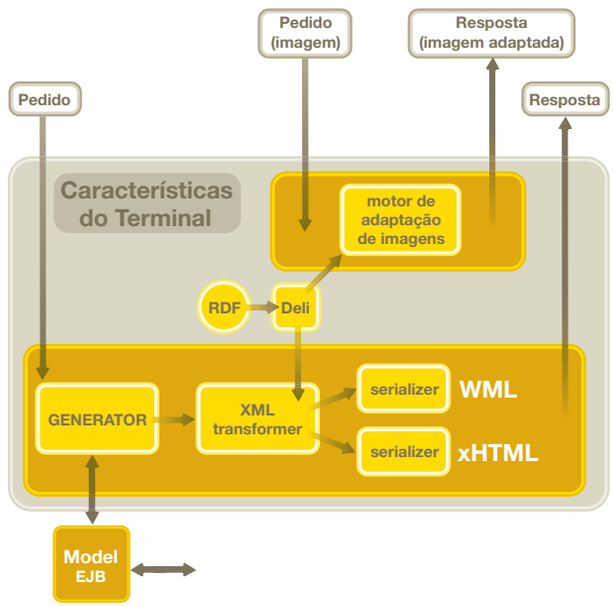


Figura 2 - Adaptação de *Markup* e Imagens

A adaptação de *markup* é baseada no uso de um *framework open source* para publicação de XML denominado *Cocoon* **[2]**. O *Cocoon* está organizado em componentes que se concatenam para construir a apresentação final. O fluxo de apresentação da resposta a um pedido de um cliente segue tipicamente a seguinte sequência: um componente do tipo *Generator* gera um XML original; este XML é entregue a um componente de transformação - *Transformer* - (usando XSL por exemplo); finalmente a resposta é preparada, pelo componente *Serializer,* para entrega ao cliente no formato adequado.

O *Cocoon* permite uma fácil utilização das características dos terminais no motor de adaptação, através do módulo Deli **[3]** .Este módulo mantém uma base de dados de características de terminais em formato RDF, de acordo com o *standard* UAProf **[5]**. O terminal e as características correspondentes são identificados pelo *header User-Agent* enviado pelo *browser*.

Na plataforma M-WiPEP, o XML original gerado é um documento XHTML *Mobile Profile*, que é depois transformado quando necessário num documento WML ou HTML, consoante as capacidades do terminal que acede.

A adaptação de imagens segue uma lógica semelhante, fazendo uso da base de dados de características dos terminais para determinar o formato e o tamanho de imagem adequados. Para adaptar as imagens é usada a ferramenta ImageMagick **[6]**.

3.3 Importação de Conteúdos

Uma das fortes componentes da plataforma é a agregação e uniformização dos conteúdos disponibilizados pelas várias empresas do grupo, que permite incorporar automaticamente na plataforma os conteúdos de diversas fontes externas garantindo a consistência da informação.

Este sistema foi pensado de forma a optimizar a importação de conteúdos já existentes no grupo PT ou gerados pelos fornecedores contratados e cujos formatos já estavam bem definidos, mas tendo sempre em vista a possibilidade de importar conteúdos com novos formatos.

Para atingir estes objectivos optou-se por uma arquitectura modular, existindo um módulo de importação para cada fornecedor de conteúdos, que interagem directamente com o *Core* e com o *Media Storage*, tal como mostra a **Figura 3**.

Os dados, definidos usando XML, são recolhidos periodicamente a partir dos diferentes fornecedores de conteúdos, usando HTTP ou FTP, e carregados directamente para o *Digester*.

O bloco principal de cada módulo é o *Digester* **[8]**, que processa ficheiros XML e traduz essa informação para objectos Java, segundo regras bem definidas (configuradas na administração). O *Digester* comunica posteriormente com o *Core* para que estes objectos sejam armazenados na BD. As imagens e vídeos, são directamente importadas pelo *Digester* para o *Media Storage.*

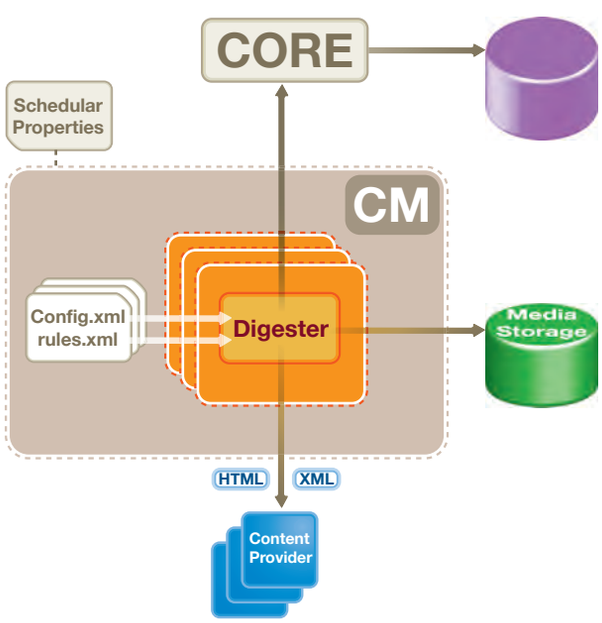


Figura 3 - Importação de Conteúdos

Este mecanismo é bastante flexível, uma vez que é completamente configurável, quer em termos de escalonamento da recolha de dados, quer em termos de estruturação final da informação recolhida, de modo que não há diferenças para o portal do conteúdo importado, independentemente do formato inicial fornecido.

Assim, no caso do escalonamento, é possível configurar:

A localização (URL) dos dados,

Periodicidade com que devem ser recolhidos

Formato dos dados em bruto (xml/html)

O protocolo utilizado para recolha (ftp/http)

No caso da estruturação da informação, é possível criar um conjunto de regras que vão definir:

Qual a informação a importar

Qual a estrutura com que esta informação vai ser armazenada na base de dados da plataforma.

3.4 Administração

A administração da plataforma M-WiPEP, abrange todas as suas camadas, desde a camada de apresentação até às configurações das interfaces com os módulos externos, passado por configuração de dados e parâmetros específicos ao funcionamento interno da plataforma e à tecnologia (JBoss/Tomcat) utilizada para a implementação. Além disso, é possível, configurar, a partir da administração, os módulos de importação de conteúdos, bem como apresentar dados estatísticos de utilização da plataforma.

Configuração de Utilizadores

Os utilizadores da aplicação de administração são os responsáveis pelas operações de administração. A partir da administração é possível atribuir a cada utilizador diferentes graus de responsabilidade em termos de configuração da plataforma consoante as operações de administração a que tem acesso.

É ainda possível definir uma *WhiteList* que, uma vez activada, permite o acesso às aplicações do portal apenas a determinados números.

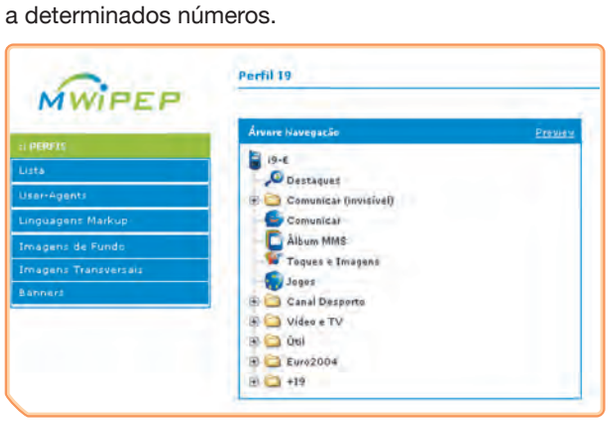


Figura 4 - Configurar a Árvore de Navegação do I9

Configuração do portal

Ao nível da apresentação é possível, configurar cada uma das realizações dum portal em termos de funcionalidades e visualização, adicionando aplicações, configurando imagens, *banners*, imagens de fundo e organizar tudo segundo uma disposição hierárquica de menus.

Perfis:
Representam diversas perspectivas do portal e reflectem a sua configuração consoante as capacidades dos terminais. Têm associados *user-agents* e aplicações, estando estas estruturadas segundo uma árvore de navegação que determina a estrutura dos menus.
Aplicações:
É possível adicionar ao portal e configurar aplicações internas ou externas
User Agents:
Representam o conjunto características dos terminais que podem aceder ao portal
Banners:
E outras imagens, por exemplo imagens de fundo e ícones.
Parâmetros do Portal:
Autenticação, cache, tops, configurações de parâmetros para acesso a aplicações externas, como localização e *Premium*.

Configuração Importação de Dados

Para cada módulo de importação de conteúdos é possível definir a configuração e estabelecer regras para processar os dados e gerar a respectiva representação.

Estatísticas e de QoS

São disponibilizados para consulta um conjunto de gráficos de dados estatísticos e de QoS, relativos à utilização do portal e respectivas aplicações, sendo possível visualizar diferentes perspectivas destes dados.

4 Aspectos de Integração

O cenário básico de integração da plataforma M-WiPEP na rede de operador é apresentado na **Figura 5**.

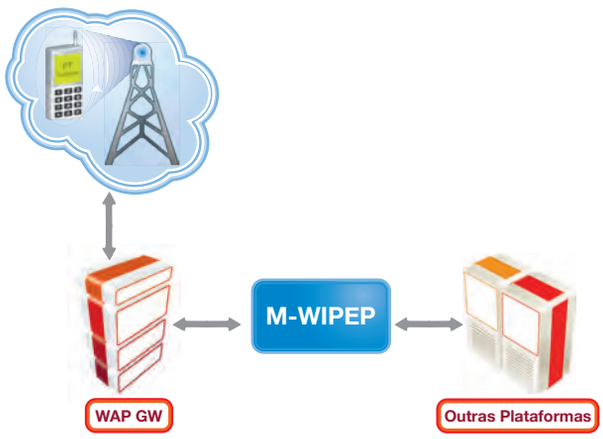


Figura 5 - Integração da Plataforma M-WiPEP

Através da integração com outros sistemas ou plataformas é possível melhorar a oferta de serviços da M-WiPEP. Em seguida apresentam-se alguns exemplos de integrações já realizadas.

4.1 *Billing* e Serviços WAP *Premium*

Num portal móvel multimedia é comum o operador pretender disponibilizar serviços e conteúdos de valor adicional (*Premium*), para além da navegação nos menus e aplicações. A plataforma M-WiPEP está integrada com um sistema de mediação de acesso a conteúdos *Premium* – O *Premium Services Mediation Server* da PT Inovação. Este sistema funciona como intermediário entre o utilizador e as aplicações de terceiros existentes na plataforma M-WiPEP, garantindo a integridade, autenticação, autorização, não repudiação, negociação, cobrança e *accounting* das sessões que envolvem acesso a serviços *Premium* fornecidos em parceria por fornecedores de conteúdos e pelo operador.

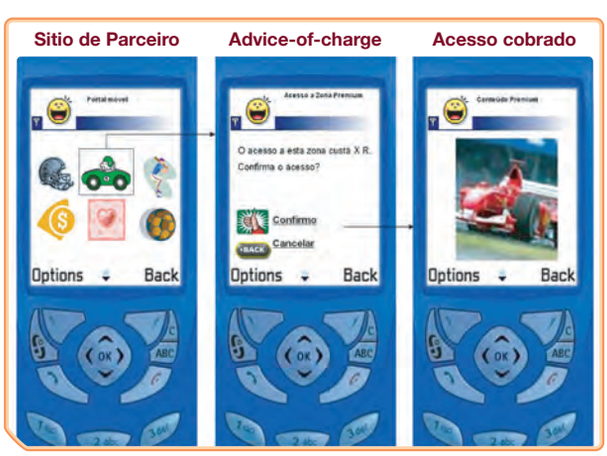


Figura 6 - Acesso a Serviços *Premium*

Quando um utilizador acede a um serviço/conteúdo *Premium*, é apresentada pelo sistema de mediação uma

página de "*advice-of-charge*", informando o utilizador do preço do serviço/conteúdo e pedindo a sua confirmação.

A integração que permite a validação do acesso e cobrança é realizada através de redireccionamentos HTTP e de uma interface SOAP entre o sistema de mediação e a plataforma M-WiPEP. O sistema de mediação disponibiliza um *web service* de validação de acesso *Premium*, que a plataforma M-WiPEP consulta para verificar se o cliente tem autorização para aceder ao conteúdo ou serviço. O sistema de mediação tem a capacidade de interagir com plataformas de *billing* através de uma interface *standard* 3GPP/OSA *Charging*, como é o caso das plataformas NGIN da PT Inovação **[11]**.

O processo de integração segue a seguinte sequência simplificada de passos, quando um cliente acede a um serviço ou conteúdo *Premium*:

1. A plataforma M-WiPEP realiza uma primeira invocação do *web service* de validação de acesso, que tipicamente retorna "acesso não permitido" nesta primeira invocação.
2. Não estando validado o acesso, a plataforma M-WiPEP efectua um *redirect* HTTP para um URL do sistema de mediação e este apresenta a página de "*advice-of-charge*" com o preço do serviço;
3. Nesta página o cliente confirma a intenção de aceder ao serviço ou conteúdo;
4. O sistema de mediação efectua um *redirect* HTTP para um URL de serviço pré-configurado, situado na plataforma M-WiPEP;
5. Esta realiza nova invocação do *web service* de validação de acesso (a cobrança só é confirmada neste momento) e apresenta o conteúdo ou serviço *Premium* ao cliente.

4.2 Envio de Mensagens Multimedia

A plataforma M-WiPEP disponibiliza também uma API às aplicações para envio de conteúdos por MMS, através da integração com um centro de mensagens multimedia (MMS-C). Nesta integração, a plataforma responsável pelo envio de mensagens multimedia (MMBox), efectuando a comunicação necessária com o centro de mensagens, é independente da plataforma M-WiPEP. A comunicação entre ambas foi assegurada por um *web service* desenvolvido para o efeito. A plataforma M-WiPEP constrói a mensagem e esta é enviada à plataforma MMBox para submissão ao MMS-C.

4.3 Localização

A integração com a plataforma Loc@cel da PT Inovação, através de uma interface *standard* (LIF -**[9]**), permite a disponibilização de uma API de localização às aplicações M-WiPEP. Desta forma podem ser fornecidos conteúdos geo-referenciados, como por exemplo informação sobre os restaurantes próximos da localização actual do cliente na rede móvel. Nos serviços relacionados com a localização, existe também a integração com uma plataforma *Webraska* que permite apresentar um mapa com a indicação da localização pretendida.

4.4 *Streaming* de Vídeo

A disponibilização de conteúdos vídeo no portal móvel é assegurada através da integração da M-WIPEP com uma plataforma de *streaming* vídeo.

É da responsabilidade da M-WIPEP a selecção do tipo e velocidade de codificação dos conteúdos vídeo para cada acesso aos serviços de vídeo do portal móvel.

Tendo em conta a diversidade de tipos de codificação vídeo/áudio suportados pelos diferentes terminais (Ex: *RealMedia*, 3GPP, *Windows Media*) a M-WIPEP disponibiliza às aplicações uma API para a selecção do tipo de codificação do vídeo de acordo com a informação das características do terminal disponível na base de dados de RDFs da plataforma (ver **Figura 2**).

Para melhorar a experiência de utilização, a M-WIPEP disponibiliza uma API para a selecção da velocidade de codificação do vídeo de acordo com a capacidade de transmissão na rede de acesso em que o utilizador se encontra registado. No caso da TMN, a identificação da rede (UMTS ou GPRS) é feita com base no *celli id* da sessão devolvido pela plataforma de localização Loc@cel da PT Inovação.

5 5 Portal i9 da TMN

Criado para os terminais de nova geração, o portal i9, foi o primeiro portal suportado pela plataforma M-WiPEP e surgiu como a resposta da TMN às novas exigências de mercado. Este portal multimedia suporta um conjunto diverso de aplicações, das quais se destacam:

Figura 7 - Página Inicial do I9

Álbum MMS:

Permite o utilizador pesquisar um conjunto de dados multimédia, incluindo imagem, som e vídeo, postais, que poderá utilizar para compor e enviar MMS. Cada utilizador, tem o próprio álbum, que pode ser usado para armazenar conteúdo privado.

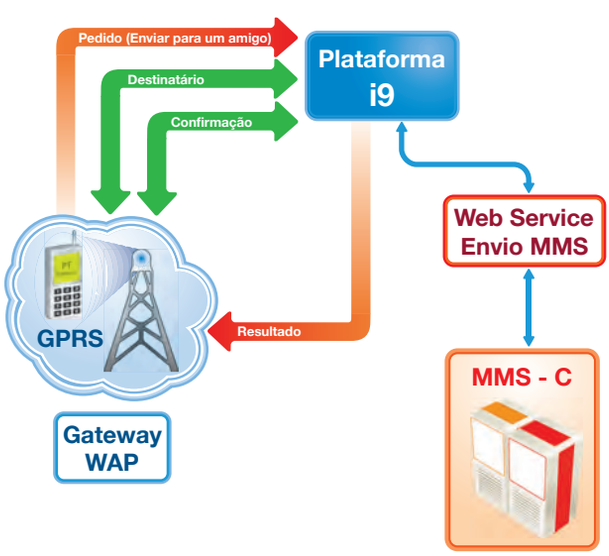


Figura 8 - Cenário de Utilização do Álbum MMS (envio de MMS a amigo)

Desporto:

O utilizador tem acesso a informação e vídeo em tempo real dos jogos de futebol das competições mais importantes. Acesso a notícias com imagens e vídeo de outros desportos.

Jogos Java:

Permite a pesquisa e *download* de jogos a partir dum catálogo de jogos J2ME.

Trânsito:

Visualização de imagens e vídeo sobre a situação do trânsito em diversos pontos das principais vias do país.

Serviços de Localização - vários tipos de serviços baseados na localização**:**

Encontrar uma farmácia, cinema, restaurante, bar, com a apresentação em mapa, do caminho para lá chegar.

Consulta do estado actual do tempo e das previsões meteorológicas.

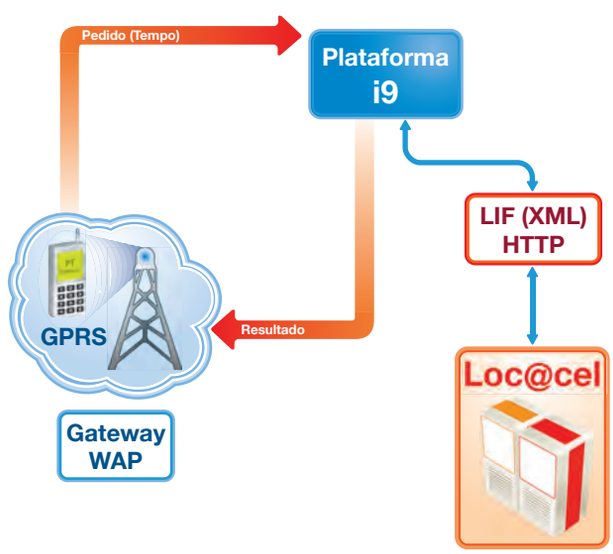


Figura 9 - Cenário de Utilização do Serviço de Localização

Tele Multibanco

Aplicações de *M-Commerce* - é possível a partir do telemóvel**:**

Comprar e reservar bilhetes para cinema.

Escolher e comprar terminais móveis.

Serviços de Vídeo:
Noticiário televisivo em directo.
Trailers de filmes.

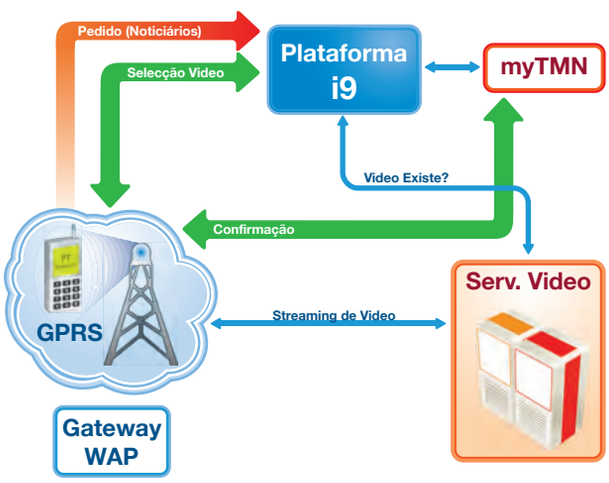


Figura 10 - Cenário de Utilização do Serviço de Video

Online Banking

6 Cenários de Evolução

As evoluções da plataforma serão sempre no sentido de gerar novas oportunidades de negócio bem como acompanhar a evolução dos *standards*; nessa perspectiva pretende-se evoluir a plataforma em termos de apresentação, gestão dos conteúdos e criação de novos serviços e aplicações, sem menosprezar a evolução do *Core* e respectiva integração com outras plataformas, como por exemplo de *billing*.

A grande evolução das características dos terminais em termos de capacidades gráficas, de processamento e de suporte de conteúdos em formatos considerados *standards* obrigam uma evolução a curto prazo da plataforma em termos de apresentação. Esta evolução pretende tirar partido dessas capacidades tornando o aspecto gráfico mais atraente e possibilitando, simultaneamente, mais controlo sobre a visualização por parte do utilizador.

A personalização do portal, que actualmente é automática em função do tipo de terminal, poderá passar a ser também definida em função da classe (perfil) de utilizador e até inteligente, baseada na utilização do portal e no cruzamento de perfis. Tal contemplará ainda a possibilidade de definição pelo próprio utilizador de *skins* (cores, fontes, ...) e de selecção do conteúdo que lhe interessa visualizar.

Às ferramentas de gestão de conteúdos existentes, embora bastante flexíveis e escaláveis, poderão ser adicionados métodos para eliminação de redundâncias e uma API para integração com ferramentas de geração, visualização e versionamento de conteúdos.

A implementação de um *Proxy* de Contexto vai permitir a navegação em páginas externas ao portal, mantendo sempre uma contextualização da informação consultada relativa à plataforma M-WiPEP. Permite ainda uma completa integração dum módulo de pesquisa externo com o motor de busca da plataforma.

O Motor de Busca deverá ser capaz de pesquisar todas as páginas dos portais da plataforma M-WiPEP. As técnicas de pesquisa utilizadas poderão variar de acordo com o tipo de aplicação: indexação para as aplicações internas e *crawling* para as externas. Deverá ser suficientemente flexível para permitir a configuração dos URL a pesquisar e o tipo de armazenamento dos índices. Através duma integração com o *Proxy* de contexto, permite a contextualização dos URLs pesquisados.

A esta lista de evoluções poderemos ainda acrescentar eventuais parcerias com *advertisers* ou fornecedores de conteúdos, de forma a enriquecer a experiência de utilização dos portais suportados pela M-WiPEP, a integração do gestor de conteúdos com serviços WAP *Push* de valor acrescentado e a disponibilização de um *framework* para implementação de serviços baseado em *templating*, permitindo acelerar os processos de desenvolvimento (*time to market*), a uniformização no que diz respeito à apresentação dos conteúdos e a diversificação de canais alvo. Refira-se a título de exemplo a convergência actual de tecnologias e serviços nas diferentes redes (onde se inclui o móvel): a M-WiPEP terá a capacidade de se adaptar e acompanhar de forma natural a evolução dos terminais, suportando qualquer tipo de canal (eventualmente um portal *web-like* e não apenas móvel).

7 Conclusões

A tecnologia deve ter flexibilidade suficiente para que as aplicações suportadas pela plataforma possam ser adaptadas às diferentes necessidades dos utilizadores finais e à evolução das características tecnológicas. A utilização de técnicas de desenvolvimento baseado em componentes permitiu, por um lado, a fácil migração das aplicações e conteúdos já existentes, e por outro lado a expansão dos serviços com a criação de novas aplicações e integração de novos conteúdos. O desenvolvimento baseado em componentes facilita a expansão da plataforma. Neste artigo, foi apresentada a arquitectura da plataforma M-WiPEP e um exemplo prático dum portal suportado por esta arquitectura.

8 Referências

[1] Java 2 Platform, Enterprise Edition
http://java.sun.com/j2ee

[2] Cocoon
http://cocoon.apache.org/

[3] DELI web-site,
http://www-uk.hpl.hp.com/people/marbut/deli/

[4] CC/PP,
http://www.w3.org/Mobile/CCPP/

[5] UAProf,
http://www.wapforum.com/what/technical.htm

[6] ImageMagik
http://www.imagemagick.org/

[7] JBoss
http://www.jboss.org

[8] Scheduler, Digester
http://jakarta.apache.org/commons/digester/

[9] LIF
http://www.openmobilealliance.org/tech/affiliates/lif/lifindex.html

[10] PostgreSQL
http://www.postgresql.org

[11] NGIN
http://www.ptinovacao.pt/produtos/ngin.htm

João Filipe Plácido

Licenciado em Engenharia Electrotécnica, ramo de Telecomunicações, em 2001, pela Universidade de Coimbra, desde então trabalha na PT Inovação, departamento de Serviços e Redes Móveis. Participou no desenvolvimento das plataformas de serviços MMBox, M-WiPEP e MMS Welcome, no desenvolvimento do centro de mensagens multimédia (MMS-C) da PT Inovação, no desenho e desenvolvimento de uma plataforma de mediação de serviços *Premium* (PSMS), e tem participado no projecto europeu IST Daidalos do 6º programa quadro, na área de opmitização de *handovers* em redes móveis heterogéneas.

João Ricardo Silva

Licenciatura em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro no ano de 2001.

Inicio da actividade na PT Inovação em 2001 com estágio profissional na área de "Plataformas de Billing para redes UMTS all IP". Desde 2002 desenvolve funções na área de serviços para redes móveis, nomeadamente na concepção e desenvolvimento da plataforma M-Wipep, serviços de *streaming* video para redes móveis 2G/3G e plataformas de mediação de serviços transaccionais.

Laura Paiva

Licenciatura em Matemática, ramo de Ciências da Computação pela Universidade de Coimbra e Mestrado em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro.

Desde 1991 a exercer funções na PT Inovação na área de Engenharia de Software, nomeadamente na gestão de redes e desenvolvimento de aplicações distribuídas.

Tem participado em projectos Europeus no âmbito de gestão de redes. Actualmente faz parte do departamento de Serviços e Redes Móveis.

Bruno Cabral

Bruno Cabral, licenciado em Engenharia Informática e Computação pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, integrou em Março de 2003 a unidade de Internet Móvel e Convergência do departamento de Serviços e Redes Móveis, participando no desenvolvimento de uma plataforma de multicanalização de conteúdos multimédia - a M-WiPEP - que suporta o portal TMN i9. Desenvolve actualmente trabalho na área dos serviços multimédia de valor acrescentado, orientados às redes móveis, onde se destaca a evolução da plataforma MMBox, em exploração na TMN e PT Comunicações para gestão e entrega de conteúdos no âmbito do serviço MMS.

João Paulo Firmeza

João Paulo Firmeza é o responsável da Unidade "Internet Móvel e Convergência" da PT Inovação. Recentemente tem liderado um conjunto de acções de investigação aplicada e desenvolvimento na área da Internet Móvel, Serviços Convergentes e Redes de Próxima Geração. Tem participado activamente em projectos de inovação nacionais e internacionais, e desenvolvido várias actividades no domínio da experimentação tecnológica.

No contexto do grupo, a área pela qual é responsável tem desenvolvido um vasto conjunto de soluções e plataformas de serviços presentes em vários operadores PT. Nesta área, e como exemplos recentes, foi o responsável pelo desenvolvimento da plataforma NGIN Pack em operação na Vivo: Plataforma de controlo em tempo real de serviços de dados que suporta já mais de 4 milhões de clientes, pelo desenvolvimento da plataforma M-WiPEP que suporta actualmente a maioria dos serviços i9 da TMN, e pelo desenvolvimento diversas plataformas de gestão e distribuição de conteúdos em ambientes multi-canal.

Detentor dos graus de licenciatura e mestrado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, colabora ainda com esta instituição na docência de disciplinas de pós-graduação na área das redes e serviços IP.

Paulo Chainho

PLATAFORMAS DE APLICAÇÕES MULTIMÉDIA SIP PARA COMUNICAÇÃO E COLABORAÇÃO

Plataforma de serviços, Servidor de Aplicações, SIP, JSLEE, Multimedia, IMS, TISPAN

Este artigo ambiciona caracterizar as novas plataformas de serviços orientadas para aplicações multimédia e, em particular, baseadas no protocolo SIP. São apresentadas as principais razões para o seu uso e é apresentada uma arquitectura de referência e as principais funcionalidades das plataformas. É introduzida a tecnologia chave JAIN SLEE e apresentados alguns trabalhos da PT Inovação nesta área, nomeadamente em termos de plataforma (INOCREA) e de aplicação (Tagarela).

1 Introdução

A migração para uma infra-estrutura IP para suporte a comunicações multimédia em tempo real é uma certeza. A pressão da concorrência e a exploração de novas oportunidades de mercado proporcionadas pelos novos paradigmas tecnológicos tornam imperiosa a existência de um ecossistema de serviços adaptados ao novo mundo das comunicações. Esta infra-estrutura terá de se basear em novas soluções capazes de optimizar ao máximo os investimentos efectuados nas plataformas existentes.

Este artigo ambiciona caracterizar as novas plataformas de serviços orientadas para aplicações multimédia e, em particular, baseadas no protocolo SIP. Na **secção 2** são apresentadas as principais razões para o seu uso e na **secção 3** é apresentada uma arquitectura de referência e as principais funcionalidades das plataformas. Na **secção 4** é introduzida uma tecnologia chave para estas soluções: JAIN SLEE. De seguida, são apresentados alguns trabalhos da PT Inovação nesta área, nomeadamente em termos de plataforma (INOCREA, **secção 5**) e de aplicação (Tagarela, **secção 7**). A **secção 7** conclui o artigo.

2 Enquadramento

O advento da convergência das redes Fixas e das redes Móveis (IMS**[1]** e TISPAN**[2]**) conjugado com a rápida evolução e maturação das tecnologias de informação para telecomunicações (OSA/Parlay**[3]** e JAIN**[4]**), tornaram finalmente possível a concretização de visões e conceitos perspectivados há mais de uma década (e.g., arquitectura TINA**[5]**) para a realização de um ecossistema aberto de serviços de telecomunicações através das emergentes Plataformas de Fornecimento de Serviços.

Esta realidade é confirmada pelas inúmeras implementações ou pilotos comerciais a decorrer em vários Operadores de Telecomunicações (e.g. BT, Orange, Sprint) bem como as estimativas existentes para os próximos anos.

Segundo um estudo efectuado pela Morgan**[6]** um operador de dimensão média como a PT Comunicações ou TMN terão de investir em perto de 20 Milhões de Euros até 2007 em Plataformas de Serviços, de modo a garantir o seu nível de competitividade no Mercado. Só no Mercado dos Serviços Web para Telecomunicações (fornecido a terceiros) este investimento terá no mesmo período um retorno de 100 Milhões de Euros.

Estas plataformas viabilizam o fornecimento de serviços existentes duma forma mais eficiente mas, acima de tudo, a sua capacidade de fomentar novas oportunidades de mercado com novas aplicações (em particular aplicações multimédia) fornecidas pelos próprios operadores ou fornecidos por terceiros usando as características de abertura segura e controlada das plataformas de serviço.

Do ponto de vista técnico as novas plataformas de serviços disponibilizam a infra-estrutura necessária para a criação de um ecossistema de serviços distribuídos e colaborativos. As novas aplicações são construídas através da composição de serviços com diferentes níveis de abstracção das tecnologias de rede. Para o efeito, a plataforma agrega as diferentes funcionalidades das redes e as diferentes fontes de conteúdos interligando-se com a infra-estrutura de Sistemas de Informação do Operador (sistemas CRM, BSS, OSS, AAA).

Sobre este vasto número de funcionalidades são disponibilizados aos criadores de aplicações um conjunto uniforme e normalizado de interfaces de programação que facilitem a concepção, desenvolvimento e aprovisionamento de novas e inovadoras aplicações. Desta forma, a mesma plataforma pode fornecer múltiplas aplicações de voz e dados com conteúdos de diferentes origens, para diferentes terminais ligados a diferentes redes de acesso incluindo ADSL, CATV, PSTN, GSM, GPRS, UMTS, WiFi, etc. De destacar os serviços multimédia orientados à sessão, e.g., videotelefonia, e o protocolo SIP**[7]** e todas as tecnologias associadas (e.g., SDP, RTP, ENUM, etc) que são as componentes chave no novo ecossistema dos serviços para as Redes de Próxima Geração IMS e TISPAN.

3 Funcionalidades e Arquitectura

Uma plataforma de fornecimento de serviços é constituída pelos seguintes tipos de funcionalidades (ver **Figura 1**).

Plataforma de Execução de Serviços – (ou SLEE – *Service Logic Execution Environment*) – disponibiliza um ambiente para o aprovisionamento e execução dos serviços. Tecnologicamente, estas funcionalidades são geralmente suportadas em diferentes tipos de Contentores de Aplicações de acordo com os diferentes tipos de componentes que compõem uma aplicação:

Contentores de Aplicações de Telecomunicações (e.g., JSLEE) onde reside a parte da lógica de serviço com exigências de tempo real, tipicamente componentes de controlo de chamada ou sessão;
Contentores de Aplicações Empresariais (e.g., EJB) onde reside a chamada “lógica do negócio” como o aprovisionamento de clientes e facturação;
Contentores de Aplicações Web onde reside a parte da lógica da apresentação do serviço suportando o seu acesso ao utilizador (e.g., auto aprovisionamento e gestão de perfil de utilizador) através da Internet, Internet Móvel e Voz.

Figura 1 - Arquitectura de Plataforma de Serviços

Adicionalmente, esta plataforma tem de disponibilizar diferentes tipos de mecanismos de gestão, incluindo:

Aprovisionamento, activação, desactivação e gestão de configuração (e.g., actualizações) em *run-time* por componente ou por conjunto de componentes de aplicações;
Gestão de falhas, partilha de carga e gestão de redundância (por razões de distribuição geográfica);
Interfaces de acesso aos Recursos de Rede e gestão de SLA (*Service Level Agreement*) para o seu uso;
Registo (*logs*) e filtro de eventos para efeitos de contabilidade e facturação;
Registo e filtro de alarmes.

Conectores a Recursos de Redes - disponibiliza interfaces normalizadas aos recursos de rede (e.g., *Parlay Gateway* ou JSLEE *Resource Adaptors)* como controlo de chamada multimédia, facturação, contabilidade, mensagem, localização, presença, etc. Estas interfaces devem abstrair o SLEE das especificidades de cada tecnologia de rede de modo a garantir a portabilidade das aplicações e a sua independência da rede.

Interfaces para Terceiros - (e.g., Parlay-X) – disponibilizam algumas das funcionalidades da plataforma a fornecedores de serviços externos aos operadores. Desta forma os operadores podem "abrir" a sua rede através de um conjunto de interfaces seguras e normalizadas. Estas interfaces devem disponibilizar um nível de abstracção mais elevado da rede facilitando o seu uso por programadores com poucos conhecimentos sobre Telecomunicações. Apesar da simplicidade destas interfaces as suas funcionalidades deverão satisfazer 95% das necessidades dos programadores.

Também poderá haver interfaces externas com um grau de complexidade mais elevado mas não normalizado de modo a satisfazer requisitos mais exigentes de empresas que trabalhem em nichos de mercado de pouco interesse para o operador. Em geral estas interfaces são disponibilizadas através da tecnologia *Web Services* garantindo um elevado grau de interoperabilidade e uma boa tolerância a *firewalls* existentes entre domínios administrativos.

Gestão de Conteúdos é um elemento funcional geralmente usado nas redes móveis para o aprovisionamento de conteúdos multimédia a dispositivos móveis.

4 JAIN SLEE

O JAIN SLEE ou JSLEE (JAIN *Service Logic Execution Environment*) **[8]** é uma norma JAIN produzida no âmbito do JCP (*Java Community Process*) orientada para ambientes de execução de aplicações de comunicações. A base do JSLEE (ver **Figura 2**) é o seu modelo de componentes que define o modo como a lógica de serviço é construída, empacotada, recebe eventos e é executada.

Este modelo permite estruturar a lógica de aplicações em conjuntos reutilizáveis de componentes orientados para objectos e a composição desses componentes em serviços mais sofisticados e de mais alto nível. Este modelo foi desenhado de modo a simplificar o trabalho do desenvolvente de aplicações, eliminando erros de programação habituais e garantindo o rápido desenvolvimento de aplicações robustas. A camada de gestão do JSLEE especifica o mecanismo como o administrador gere o SLEE (incluindo subscrição, instalação de serviços, ciclo de vida do sistema, etc.) e permite aos desenvolventes de serviços a definição dos dados para um determinado serviço.

As componentes base do SLEE permitem que múltiplas componentes de diferentes fornecedores colaborem entre si para o fornecimento de aplicações. Os adaptadores de recursos permitem a comunicação com entidades externas ao modelo JSLEE.

Figura 2 - Arquitectura JSLEE

A arquitectura JSLEE define contratos entre componentes, adaptadores e o contentor que os armazena na sua execução. Este contrato garante a todos os componentes e adaptadores a sua portabilidade para qualquer plataforma JSLEE com as mesmas funcionalidades de gestão, administração e os níveis de desempenho, disponibilidade e escalabilidade necessários para as aplicações de comunicações em tempo real (ver **Tabela 1**).

Tipo	Requisito Geral	Requisito JSLEE
Baixa Latência	Tempo de Estabelecimento <500 ms	50-125 ms / Transacção
Capacidade Elevada	1.000.000 BHCA	560 - 2800 Transacções por Segundo
Alta Disponibilidade	99.999% i.e. <6 minutos de Indisponibilidade por ano	Suporte de Picos de sobrecarga

Tabela 1 - Características *Carrier-grade* de JSLEE

Alguns dos principais conceitos JSLEE são:

Serviço

unidade substituível cujo ciclo de vida (incluindo instalação, remoção e actualização em tempo de execução) é gerido pelo administrador da plataforma JSLEE.

Perfil

Dados de aprovisionamento descritos por um esquema que define um conjunto de atributos e propriedades, e.g., número de telefone e endereço de correio electrónico. A especificação do perfil para além de definir o seu esquema também define as interfaces de gestão necessárias para modificar ou actualizar um perfil. A lógica de aplicação de um SBB (Service Building Block) pode implicar o seu acesso a um ou mais perfis.

Bloco de Construção de Serviço (SBB)

Componente reutilizável de software que envia e recebe eventos e, com base no seu estado e nos eventos recebidos, executa uma determinada lógica computacional. Um SBB é um componente com estado (*stateful*) e, como tal, pode lembrar os resultados de computações anteriores e usá-los em computações posteriores. Um SBB pode ser composto por outros SBB para a construção de aplicações mais complexas com base em SBB existentes.

Evento e Actividade

Um evento representa uma ocorrência sujeita a processamento aplicacional. Os eventos podem ser originados por diversas fontes incluindo pilhas protocolares, pelo próprio contentor SLEE, ou por outro componente SBB. Um evento é uma abstracção usada para modelizar ocorrências que não estão associadas com nenhum processo computacional específico, e.g., o evento resultante do envio da mensagem "INVITE SIP" a pedir o estabelecimento duma sessão multimédia entre duas entidades. Uma actividade modeliza uma máquina de estados subjacente a um determinado recurso. De acordo com as transições da máquina de estados, o recurso emite um fluxo de eventos. O RA disponibiliza aos SBB interessados uma representação Java desta actividade (Objecto Actividade). Por exemplo, um objecto to tipo "JccCall" é um objecto actividade que representa uma chamada telefónica.

Recursos e Adaptadores de Recursos (*Resource Adaptors* - RA)

Recursos são entidades externas ao SLEE (e.g., SIP *Proxies*, HSS, Servidores LDAP, Bases de Dados, Servidores XMPP, etc.) que são potenciais originadores de eventos a consumir por entidades SLEE. Um RA adapta as interfaces e requisitos de um recurso às interfaces e aos requisitos do JSLEE. Ao receber uma mensagem duma entidade externa (**Figura 3**), o RA pode alterar o seu estado interno e submete um evento que abstrai a mensagem ao SLEE (SLEE *Endpoint*). O SLEE irá rotear o evento pelos SBB interessados em o receber. Por outro lado, um SBB pode invocar um método no RA.

Cada RA contém as suas classes Java, outros Recursos (e.g., pilhas protocolares) com quem precisa de interagir e os descritores de instalação, sendo instalado do mesmo modo como são os Serviços, os Eventos e os Perfis.

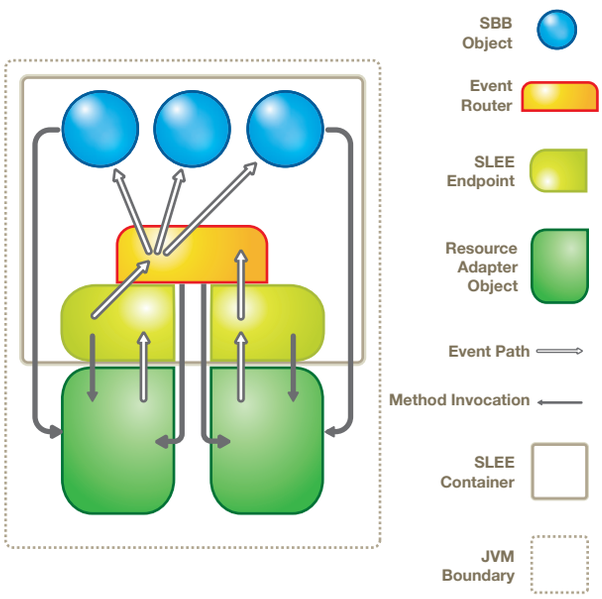


Figura 3 - Funcionamento dos Adaptadores de Recursos (RA)

4 Protótipo INOCREA

A PT Inovação tem vindo a desenvolver desde 2002 um protótipo de Servidor de Aplicações SIP: INOCREA . O INOCREA é baseado na tecnologia J2EE de acordo com a arquitectura descrita na **secção 3**. Está prevista a inclusão de um contentor para aplicações em tempo real baseado na tecnologia JSLEE (Ver **secção 4**). A arquitectura do INOCREA é composta pelas seguintes camadas:

Camada de Conector

São as componentes que interligam directamente com os recursos de redesã através de um determinado protocolo de rede. Os Componentes desta camada disponibilizam aos componentes da camada de controlo uma interface para abstrair os detalhes dos protocolos. Actualmente, são disponibilizados conectores para LDAP, Bases de Dados Relacionais, SIP, XMPP[1] (ver **[9]** e **[10]**), *Asterisk*[2]. Para protocolos orientados para eventos (interfaces assíncronas), i.e., SIP e XMPP, é usado o padrão de programação *Provider-Listener*, sendo possível ter várias Componentes de controlo como Listener de cada conector. O conector SIP encapsula uma pilha protocolar da norma JAIN SIP.

Camada de Controlo

Disponibiliza à camada de aplicação uma camada de abstracção mais elevada sobre os recursos de rede. Esta camada disponibiliza maior independência entre os protocolos de rede e a aplicação, e modelos de abstracção sobre actividades de rede, e.g., sessões multimédia e agentes representantes de utilizadores. De acordo com as suas necessidades cada componente de controlo pode registar-se em mais do que um componente conector. As componentes de controlo disponibilizam a API INOCREA, para uso das aplicações (ver **secção 5.1**).

Camada de Aplicação

Onde residem as componentes de negócio, i.e. a lógica de serviço das aplicações. Estas componentes usam a API INOCREA das componentes de controlo para abstrair as tecnologias de rede. Por outro lado, usam as API disponibilizadas pelas componentes de apresentação para abstrair das tecnologias e modos usados pelos terminais.

Camada de Apresentação

Onde residem as componentes com a lógica de apresentação da aplicação permitindo obter independência entre a lógica de aplicação e as diferentes tecnologias usadas nas interfaces de apresentação dos terminais.

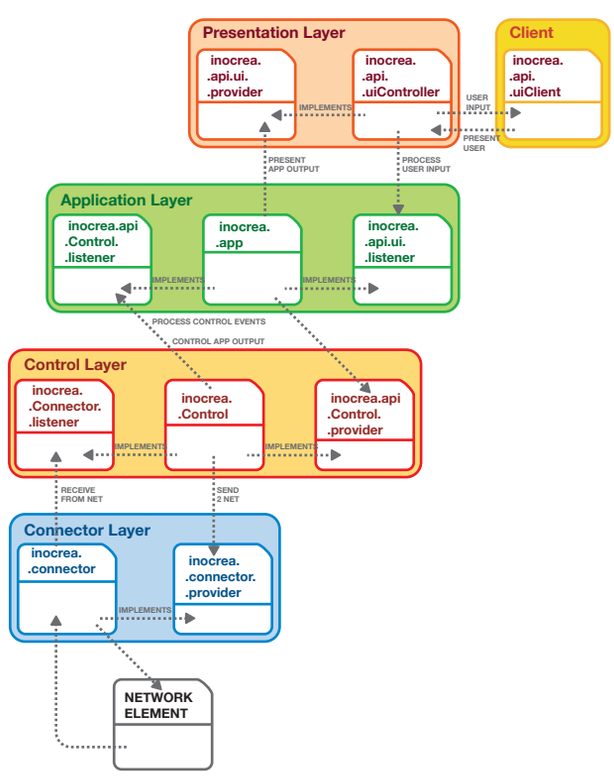


Figura 4 - Arquitectura de Componentes INOCREA

5.1 API INOCREA

A API INOCREA é o conjunto de interfaces disponibilizado pelas componentes de controlo às componentes da Aplicação. O desenho desta API teve como objectivo simplificar o desenvolvimento de aplicações que utilizem funcionalidades suportadas pelo servidor INOCREA. Assim, é disponibilizada uma interface de alto nível sem que seja necessário o contacto directo do programador com API de mais baixo nível tais como SIP, Jabber, Java Mail, etc. Esta API é constituída por 11 pacotes, que tentam dividir de forma explícita as funcionalidades disponíveis. Para utilizar a maioria destes pacotes, o programador terá de implementar o respectivo listener e registar no *provider* de maneira a ser notificado dos eventos de alterações de estado que vão decorrendo. Destacam-se as seguintes API:

Access Control

Controlo de acesso autenticado e seguro dos utilizadores e das aplicações aos serviços INOCREA;

Admin

Disponibiliza diferentes funcionalidades de administração para as diferentes entidades intervenientes no sistema:

Administradores do Sistema: criação, activação, desactivação e remoção de contas de utilizadores. Instalação, actualização e remoção de Aplicações. Para mais informações ver **secção 5.2.**

Utilizadores: configuração do perfil de utilizador incluindo os seus dados de acesso, lista de endereços para contacto (*e-mail,* telefone, VoIP, IM, etc), a sua lista de contactos, fotografia, etc.

callControl

Disponibiliza uma abstracção de alto nível sobre sessões multimédia suportando diferentes modelos de controlo. Ver **secção 5.2** para uma descrição mais detalhada.

MediaControl

Disponibiliza funcionalidades de controlo de multimédia do tipo IVR, incluindo o *play,* pausa, *forward, rewind* e paragem de *clips* de vídeo. Está previsto para breve a funcionalidade de gravação de clips de Vídeo. Esta API é usada em conjugação com o modelo de abstracção das sessões multimédia disponibilizada pela API de *callControl*. Actualmente, esta API usa o protocolo SIP para transportar comandos DTMF que permitem controlar o protótipo InoVox para serviços multimédia. Este protótipo é responsável por traduzir os comandos DTMF em comandos RTSP permitindo às aplicações INOCREA usar qualquer conteúdo multimédia disponibilizado em servidores RTSP (ver **[13]**) como é o caso dos conteúdos usados no Portal i9 e no Portal Sapo.

Credit

Disponibiliza funcionalidades para controlo de créditos das contas dos utilizadores. É suportado um modelo de informação com base em contas aprovisionadas em LDAP e um modelo baseado na arquitectura de facturação para IMS usado no projecto PR757 do CI 2003 "*Accounting e Billing* nas redes de próxima geração" (ver **[11]**). Está previsto o suporte de todos os modelo de facturação IMS com o uso de um conector *Diameter*.

ImpControl

Disponibiliza uma abstracção de alto nível para um agente de mensagens instantâneas e de presença através do conector XMPP. O Conector XMPP liga-se a servidores XMPP através do protocolo XMPP "*Connector –Server*" tornando as aplicações INOCREA facilmente acessíveis a qualquer cliente XMPP/Jabber como é o caso do Mensageiro Sapo. Esta API disponibiliza extensões ao modelo de presença XMPP suportando funcionalidades de disponibilidade de comunicação (ocupado/livre) para chamadas que usem o Servidor *Asterisk*. Está previsto para breve o suporte do modelo SIMPLE baseado no protocolo SIP.

Location

Disponibiliza funcionalidades de localização com base na informação de registo dos endereços IP dos Clientes SIP (i.e., Base de Dados de Localização de servidores SIP) e de um modelo de informação geográfico em função dos domínios IP. Actualmente, esta API funciona com a BD de Localização do Servidor SIP SER da Iptel.org e com um esquema LDAP. Esta funcionalidade só terá utilidade para redes com endereçamento estático, tipicamente em contextos empresariais. Está prevista a extensão desta funcionalidade com a integração de um Conector LIF para interligação a Plataformas de Localização Geográfica.

Log

Permite registar os eventos mais relevantes das aplicações em particular os relacionados com as sessões Multimédia, i.e., o tradicional CDR (*call data records*). É suportada a norma IPDR (ver **[12]**) para VoIP.

mail

Permite usar funcionalidades de correio electrónico, por exemplo envio e consulta de mensagens, usando a API Javamail e os respectivos Conectores para SMTP, POP3 e IMAP4.

Notification

Disponibiliza funcionalidades para envio de notificações de acordo com o estado de disponibilidade dos utilizadores. Actualmente são suportadas notificações por XMPP e para utilizadores da Aplicação Tagarela (ver **secção 6**).

5.2 Administração

Como foi referido, a API de administração do servidor INOCREA disponibiliza um conjunto de funcionalidades para facilitar a gestão do sistema, do aprovisionamento de aplicações e contas de utilizadores.

A **Administração INOCREA** é suportada pela componente InocreaController responsável por iniciar e activar todas as restantes componentes INOCREA de acordo com o ficheiro de configuração "inocrea.*properties*". Para além disso, é responsável por estabelecer e gerir as ligações com outros servidores através dos seus conectores, com destaque para a ligação ao Servidor SIP que funciona como *outbound proxy* do INOCREA. Para o efeito, o INOCREA tem um endereço SIP associado ("e.g.,crear02.ptinovacao.pt"). Ao arrancar, o INOCREA cria uma conta na base de dados do servidor SIP (se a conta ainda não estiver criada) e regista-se usando o mecanismo habitual de registo dos terminais SIP. Este registo é actualizado periodicamente de acordo com o prazo de validade usado no registo. Deste modo, o INOCREA é visto pelo Servidor SIP como um cliente, i.e., como um UA SIP.

As funcionalidades de **Administração de Aplicações SIP** permitem a instalação, actualização de versões e remoção de aplicações sem parar o servidor ou outras aplicações. Para o efeito basta copiar (ou apagar) o pacote da aplicação (".ear") para o directório *deployment* do servidor. Para o efeito, cada aplicação SIP tem associado um endereço de um User Agent SIP (por exemplo, "app2.ptinovacao.pt") que se cria e se regista na altura da sua instalação usando os mecanismos habituais de registo do protocolo SIP (ver **Figura 5**). Deste modo, tal como acontece com o próprio servidor, cada aplicação é vista pelo Servidor SIP como um UA (User Agent) SIP.

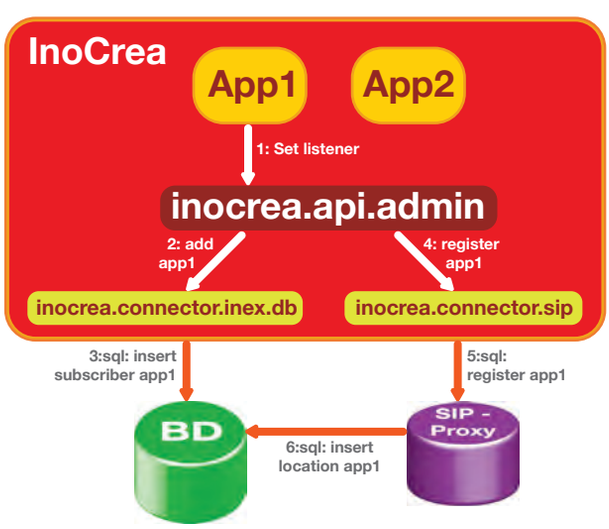


Figura 5 - Mecanismos de Instalação de Aplicações SIP

Para a **Administração de Contas de Utilizadores** o INOCREA disponibiliza um aprovisionamento dinâmico de clientes sem necessitar de parar o servidor ou aplicações usando ficheiros de aprovisionamento em formato XML. Estes ficheiros de aprovisionamento, permitem indicar toda a informação definida pelo Modelo de Informação do Utilizador. No entanto, e para efeitos de aprovisionamento, apenas são obrigatórios alguns dos campos podendo os restantes campos serem inseridos e configurados posteriormente pelo próprio utilizador através de páginas Web. De acordo com o definido no ficheiro de aprovisionamento, o sistema de administração de utilizadores do INOCREA pode criar uma conta na base de dados do servidor SIP e estabelecer *triggers* para execução das aplicações subscritas pelo utilizador de acordo com determinado critério (ver **Figura 6**). Os *triggers* são definidos em scripts CPL com base no que está previsto para o mecanismo de *triggers* entre os elementos S-CSCF e o SIP *Application Server* da arquitectura IMS.

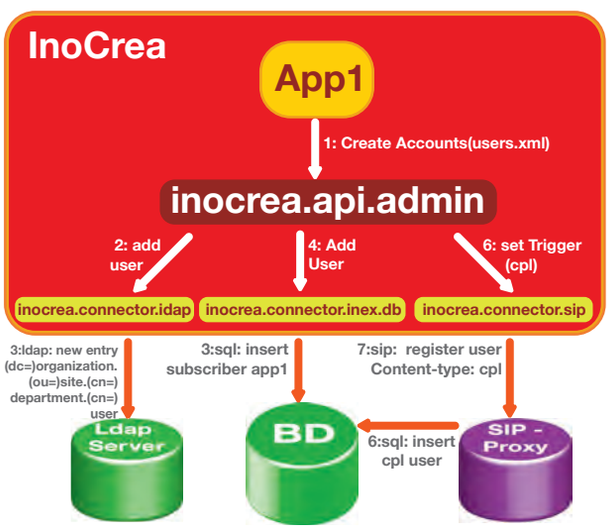


Figura 6 - Criação de Contas de Utilizadores e Estabelecimento de *Triggers*

5.3 Modelo de Chamada

A componente de Controlo de Chamada do INOCREA disponibiliza um poderoso conjunto de modelos de chamada de modo a explorar a flexibilidade e potencialidades do modelo de sessão do protocolo SIP. Estes modelos têm como base um modelo genérico baseado no padrão call-leg, onde call representa uma sessão multimédia e leg representa cada ponto extremo (i.e., UA) envolvido na sessão (ver **Figura 7**). A componente asteriskCall abstrai funcionalidades avançadas do tipo PBX/Centrex IP do servidor VoIP Asterisk. Quando estas funcionalidades são necessárias (por exemplo, transferência de chamadas em curso) a componente *asteriskCall* é incluída no modelo de chamada duma forma transparente para a aplicação. Do mesmo modo, a aplicação pode usar funcionalidades de IVR Multimédia (por exemplo, tocar anúncio vídeo) incluindo no modelo de chamada a componente *media-*

Call que abstrai as sessões de interacção multimédia de Utilizador.

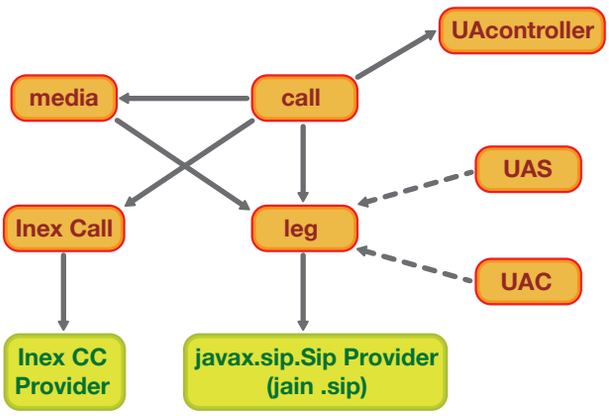


Figura 7 -Modelo de Chamada Abstracto do INOCREA

Por fim, a componente de abstracção UAController representante de cada utilizador da aplicação pode ser incluído no modelo quando todas as partes envolvidas na sessão são elas próprias os pontos extremo de media da sessão (ver aplicação Tagarela na **secção 6**), i.e., não é usado nenhum protocolo de rede, por exemplo, o SIP, para controlo da sessão. Este modelo base abstracto é especializado para o suporte de diversos modelos, incluindo:

Controlo de chamadas de entrada por terceiros (*Network Initiated Third Party Call*), e.g., *Internet Call Waiting*;
Controlo de chamadas de saída por terceiros (*Application Initiated Third Party Call*), e.g., *Click to Dial*.
Controlo de Chamada Entrada quando a Aplicação é o Ponto Extremo, i.e., modelo usual de SIP *User Agent Server.*
Controlo de Chamada de Saída quando a Aplicação é o Ponto Extremo, i.e., modelo usual de SIP *User Agent Client.*
Controlo de Chamada directo entre agentes utilizadores (modelos de abstracção de utilizadores de aplicações) sem usar o protocolo de rede SIP

5.4 Distribuição Carga / Tolerância Faltas SIP

O servidor INOCREA incorpora um mecanismo muito simples mas poderoso para o suporte de grandes volumes de tráfego e de elevados níveis de disponibilidade. Para tal, são formados *clusters* de Servidores INOCREA instalados e registados no mesmo domínio SIP. Cada aplicação tem um registo SIP diferente por cada Servidor INOCREA existente no *cluster* INOCREA. O Servidor SIP distribui o evento de *trigger* para execução da aplicação por todos os servidores do *cluster* (modo de funcionamento em *forking* paralelo). O primeiro servidor a responder (maior capacidade de processamento disponível) fica com o controlo da chamada.

6 Caso de Estudo: Aplicação Tagarela

O Tagarela é uma aplicação INOCREA desenvolvida no âmbito do projecto Centrex-IP da PT Inovação. O desenvolvimento do Tagarela teve como objectivo validar tecnicamente o servidor INOCREA e, simultaneamente, avaliar potenciais oportunidades de negócio. O Tagarela é um cliente para serviços do tipo Comunicações Unificadas disponibilizando funcionalidades avançadas de controlo de lista de contactos e comunicações em ambientes empresariais. Apesar da enorme quantidade de funcionalidades disponibilizadas, a componente Cliente Tagarela é inferior a 200 KB.

6.1 Arquitectura

O Tagarela é composto por dois tipos de componentes (ver Figura 16Figura 9): Componentes Cliente - executadas na Máquina Virtual Java do terminal do utilizador - e as componentes de Servidor executadas no Servidor INOCREA usando a API INOCREA. Para o controlo de lista de contactos, a API INOCREA abstrai o acesso e agregação de informação de lista de contactos do servidor LDAP e XMPP, e a composição de eventos de presença (XMPP), disponibilidade de comunicação (Asterisk) e localização (SIP Location BD + LDAP) para um mesmo contacto. Para o controlo de comunicações, a API INOCREA abstrai a composição dos modelos de chamada definidos na **secção 5.3** e a comunicação com Servidores SIP, a API *Manager* do PBX/*Centrex Asterisk* e o protótipo INOVOX IP para funcionalidades de acesso a Portal de Vídeo. O cliente e o servidor comunicam por TCP usando uma linguagem baseada em XML desenvolvida para as Comunicações Unificadas.

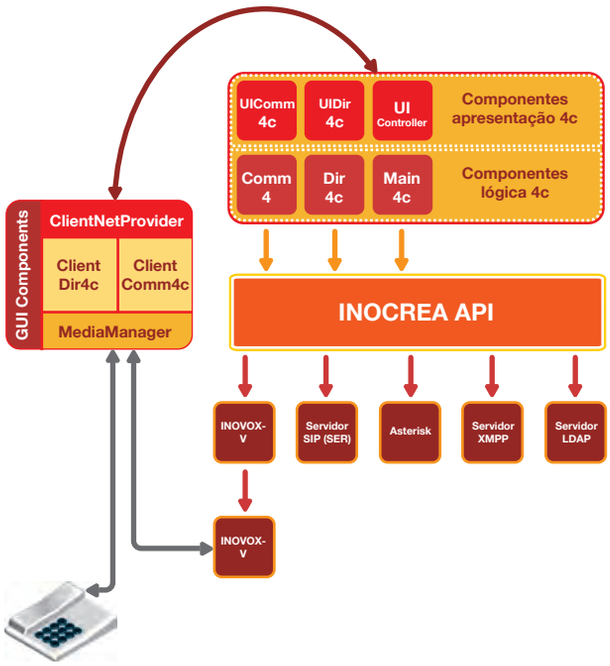


Figura 6 - Arquitectura Tagarela

Componentes do Servidor

Componentes Lógica da Aplicação

Definem o comportamento da aplicação duma forma independente do terminal e dos recursos de rede usando para tal a API INOCREA. A componente Main4c é única (singleton) e gere todas as sessões Tagarela. Por cada sessão Tagarela existe um objecto Dir4c para controlo das funcionalidades de gestão de lista de contactos. Para cada sessão de comunicação Tagarela (pode haver mais do que uma simultaneamente) existe um objecto Comm4c.

Componentes Apresentação da Aplicação

São responsáveis pela definição da apresentação da aplicação no Cliente, e pelo acesso do Cliente ao Servidor. A componente UIController é única e gere todos os acessos à Aplicação. O objecto UIDir4c e UIComm4c são responsáveis pelo acesso e apresentação das funcionalidades de controlo da lista de contactos e de comunicações, respectivamente.

Componentes do Cliente

ClientNetProvider

Responsável pela ligação ao servidor INOCREA;

Media Manager

Responsável por todas as funcionalidades de media incluindo ligações RTP/RTCP, codificação/descodificação de sinal de media, captura e *rendering* de media no terminal, etc.

ClientDir4c e ClientComm4c

Responsáveis por coordenar as restantes componentes de acordo com a interpretação da comunicação com o Servidor, para o controlo da apresentação da sessão de Controlo de lista de Contactos e de Comunicações, respectivamente.

ClientGui4c

Responsáveis pela Apresentação Gráfica, propriamente dita.

6.2 Instalação e Actualização

O Tagarela usa a tecnologia Java Web Start (ver **[14]**) para se instalar em qualquer computador com Máquina Virtual Java. Para tal basta apontar um browser para o endereço com o ficheiro de configuração do Java Web Start (por exemplo, "http://pbx-pll.intra.cet.pt/4c/tagarela.jnlp") que contém toda a informação para carregar, instalar e executar a aplicação Tagarela. Todas as vezes que o Tagarela é iniciado, é verificada a existência duma versão mais actualizada e, se houver, as novas componentes são carregadas e instaladas mantendo o Tagarela sempre actualizado duma forma transparente para o utilizador.

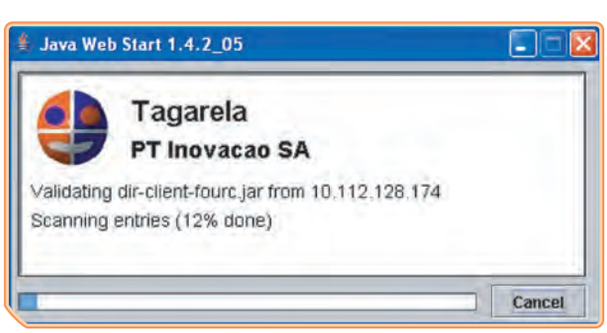


Figura 10 - Instalação de Aplicação Tagarela

6.3 Funcionalidades

Inicialização e Acesso

Ao inicializar o Tagarela, é usada a tecnologia Java Media Framework (ver **[15]**) para identificar todos os dispositivos

de media (por exemplo, microfone e câmara) disponibilizados para a comunicação. Depois da inicialização, é estabelecida a ligação com o Servidor INOCREA usando informação de endereço IP e porto disponibilizado pelo ficheiro de configuração tagarela.jnlp. Após a ligação ao servidor surge a janela para acesso (ver **Figura 11**) pedindo ao utilizador para inserir o seu endereço de *email* e *password*.

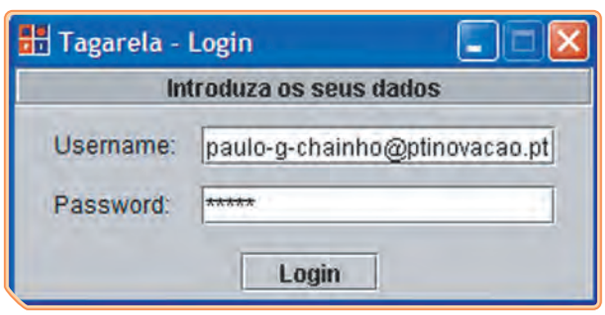


Figura 11 - Janela de Acesso ao Tagarela

6.4 Lista de Contactos

Após o acesso com autenticação bem sucedido, surge a janela com a Lista de Contactos do Utilizador (ver **Figura 12**). Esta lista resulta da agregação da lista de contactos do utilizador guardada no servidor de LDAP e da lista de contactos (buddy list) da sua conta XMPP. Para cada contacto é disponibilizada duma forma integrada, informação de presença XMPP, informação de disponibilidade para comunicar (ocupado/livre) e de localização geográfica. O utilizador pode configurar o seu perfil pessoal e adicionar/alterar a sua lista de contactos a partir de páginas Web acessíveis directamente a partir de menus do Tagarela. Também são disponibilizadas funcionalidades de procura de contactos. Ao seleccionar um contacto, o utilizador tem acesso a informação mais detalhada desse contacto incluindo os seus contactos para Mensagem Instantânea, Correio Electrónico, Telefone de Casa, Telemóvel, extensão, etc. e a sua fotografia.

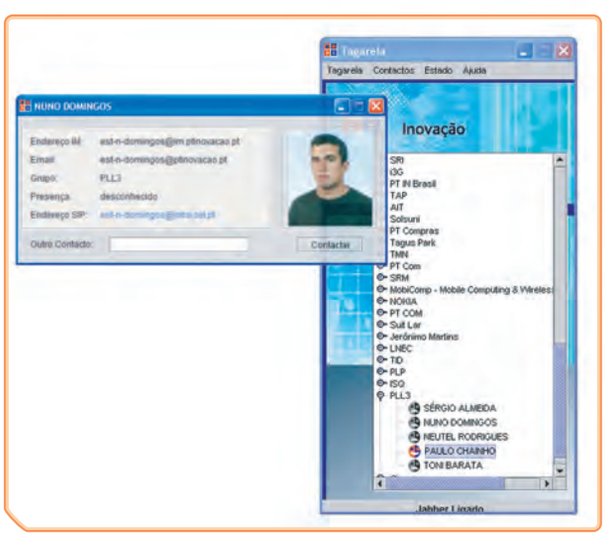


Figura 10 - Lista de Contactos e Detalhe de Contacto Tagarela

Na lista de Contactos existe um grupo especial com endereços de portais de vídeo que podem ser chamados do mesmo modo que um contacto normal (ver procedimentos para comunicação em curso na secção seguinte).

6.5 Controlo de Comunicações

Para o controlo de comunicações, distinguem-se três procedimentos de controlo: para estabelecimento de comunicação de saída, comunicação de entrada e comunicação em curso.

Procedimentos para Comunicação de Saída (*outcom*)

O utilizador pode estabelecer comunicações directamente a partir da sua lista de contactos clicando com o botão do lado direito do rato sobre o contacto. Nesta situação surgem três opções:

1. Chamada de Voz

2. Chamada de Vídeo

É estabelecida de imediato uma chamada de voz ou vídeo usando o media do próprio Tagarela. Surge uma janela de controlo de comunicação de saída com a opção para Cancelar e com indicação do estado de chamar. Se a chamada for atendida a janela de controlo de comunicação passa a disponibilizar funcionalidades de controlo para o procedimento de comunicação em curso;

3. Chamada Avançada

Surge uma Janela de Controlo de Saída com as opções de:

- Seleccionar o terminal a usar pelo utilizador (Tagarela ou outro terminal, extensão do trabalho ou telemóvel);
- Seleccionar um endereço a partir da lista de endereços do contacto (telefone casa, telefone trabalho, telemóvel, telefone SIP etc) ou indicação de um endereço diferente;
- Efectuar chamada;

O utilizador também pode efectuar chamadas directamente a partir dos endereços disponíveis na janela de Contacto.

Procedimentos para Comunicação de Entrada (*incom*)

O utilizador é notificado de chamadas de entrada através

duma janela de notificação que disponibiliza informação sobre a identidade do chamador e disponibiliza opções para:

(1) rejeitar a chamada,
(2) aceitar de imediato usando o media do Tagarela - surgindo a janela de controlo para comunicações em curso
(3) controlar chamada de entrada surgindo a janela com funcionalidades para controlo de comunicações de entrada. Nesta janela são disponibilizadas as seguintes opções:

Seleccionar o terminal onde o utilizador atende (Tagarela ou outro terminal, a sua extensão da empresa onde trabalha ou o telemóvel) ou outro terminal / endereço que pode pertencer a outro utilizador (neste caso usa-se a funcionalidade de transferência);
Encaminhar chamada para *voicemail*;
Rejeitar; Aceitar;

Procedimentos para Comunicação em Curso *(oncom)*

Quando a Comunicação está a decorrer (Ver **Figura 13**) são disponibilizadas as seguintes funcionalidades:

Desligar;
Seleccionar ou indicar endereço para transferência;
Efectuar transferência de chamada em curso;
Usar teclado para enviar comandos por DTMF, para, por exemplo, controlar aplicações IVR;

Quando a comunicação é identificada como acesso a um portal de vídeo, são disponibilizadas funcionalidades para navegação no portal, parar, pausa, tocar.

Figura 13 - Comunicação Multimédia Tagarela

7 Conclusões

Este artigo procurou caracterizar as novas plataformas de serviços orientadas para aplicações multimédia e, em particular, baseadas no protocolo SIP. Foram apresentados os principais argumentos para a sua utilização, uma arquitectura de referência e as suas principais funcionalidades. Foi introduzida a tecnologia chave JAIN SLEE e apresentados alguns trabalhos da PT Inovação nesta área, nomeadamente em termos de plataforma (INOCREA) e de aplicação (Tagarela).

8 Referências

[1] IMS - 3GPP TS 23.228 - "IP Multimedia Subsystem (IMS), stage 2 (release 6)"

[2] TISPAN - http://portal.etsi.org/tispan

[3] OSA/Parlay - http://www.parlay.org/

[4] JAIN - http://java.sun.com/products/jain/

[5] TINA - http://www.tinac.com/

[6] Relatório Morgan: *"Service Delivery Platforms And Telecom Web Services. An Industry Wide Perspective", A Moriana Group THOUGHT LEADER Report, June 2004,*

[7] "SIP: Criar Inovação para os Negócios de Próxima Geração", Revista PT Inovação 2003.

[8] JSLEE - Especificação JSLEE - JSR 22 **- http://jcp.org/**en/jsr/detail?id=22

[9] RFC 3920 *"Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP): Core"*, **P. Saint-Andre,** *Ed., Jabber Software Foundation, October 2004.*

[10] RFC 3920 *"Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP): In-stant Messaging and Presence"* **, P. Saint-Andre,** *Ed., Jabber Software Foundation, October 2004.*

[11] PR757 - *"Proof of Concept - "Accounting e Billing* nas redes de próxima geração ", CI 2003, **P. Calhoun***, et al., September 2003.*

[12] IPDR - http://www.ipdr.org/

[13] RFC 2336 *"Real Time Streaming Protocol (RTSP)", H. Schulzrinne, Columbia U., April 1998.*

[14] Java Web Start - http://java.sun.com/products/javawebstart/

[15] Java Media Framework - http://java.sun.com/products/javamedia/jmf/index.jsp

[1] **XMPP - eXtensible Messaging and Presence Protocol -** protocolo para serviços de Mensagens Instantâneas e Presença actualmente usado pelo serviço Mensageiro do Sapo.

[2] ***Asterisk* -** é uma solução PBX-IP/Softswitch baseada em Código Aberto. Ver www.asterisk.org.

Paulo Chainho

Mestrado em Telecomunicações pelo IST/UTL. 12 anos de experiência em engenharia de Telecomunicações incluindo Planeamento de Redes e Gestão de Projectos para novos serviços (e.g., Assistentes Pessoais e Comunicações Unificadas).

Responsável pelo departamento de Protocolos e Platformas de Aplicação no Pólo de Lisboa da PT Inovação. Arquitecto e criador de Plataformas e Aplicações para Serviços de Próxima Geração, em particular soluções de Servidor de Aplicações SIP. Entusiasta do "*Open Source*". Líder dos estudos Eurescom P1341 ("*Next Generation Service Concepts")* e *P1344 ("Concepts for generic Telco Application Servers in the various Sub-domains of Telco industries* ").

Grande experiência em projectos de 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.

Fausto de Carvalho

Bernardo Cardoso

Luís Miguel da Silva

VIDEO ON DEMAND:
UMA APOSTA RENOVADA

VOD, ADSL, TV Interactiva, IPTV, Serviços Multimédia Interactivos, *Triple Play*

Este artigo aborda a temática do *Video on Demand*, analisando alguns dos pilotos e serviços comerciais da primeira geração nos anos 90, endereçando de seguida as características mais relevantes da actual abordagem da indústria, baseada em IP. É ainda perspectivada a actividade da PT Inovação nesta área, com destaque para alguns dos desenvolvimentos em curso.

1 Introdução

No final dos anos 80, o Video on Demand (VOD) era apontado pela generalidade dos especialistas como a *killer application* de nova geração que permitiria aos operadores de telecomunicações tradicionais competirem com os operadores de cabo, que começavam a ganhar ascendente por todo o mundo no promissor mercado do entretenimento, prometendo *bouquets* de centenas de canais e serviços interactivos. Assim, quando em 1989 foi inicialmente desenhado e desenvolvido, o conceito DSL *(Digital Subscriber Line)* tinha como alvo principal o vídeo e a sua implementação ADSL *(Asymmetrical Digital Subscriber Line)* oferecia os débitos de *downstream* necessários para o *streaming* de vídeo digital **[1]**.

Todavia o VOD acabou por não corresponder às expectativas. Por razões diversas, os muitos pilotos e serviços comerciais que surgiram durante a década de 90 ficaram aquém do sucesso esperado e a indústria do xDSL acabou por enveredar por outros caminhos mais promissores, nomeadamente a Internet.

Agora, no início do sec XXI, assiste-se ao reforço da aposta neste tipo de serviços multimédia interactivos de banda larga, assente num mercado mais maduro e sustentado por tecnologia bastante mais acessível e evoluída.

2 O que é Video on Demand?

O conjunto de serviços multimédia interactivos de banda larga associados a TV costuma ser designado globalmente por TV Interactiva (iTV). De entre eles, o VOD representa claramente o maior desafio técnico, assim como o maior potencial de negócio.

VOD um Videoclube Virtual

Figura 1 - Uma Simplificação do Conceito VOD

Como se pode depreender da figura 1, o VOD oferece aos clientes a escolha de conteúdos vídeo, tipicamente filmes, a partir de uma lista ou catálogo, sendo possível o seu visionamento imediato, podendo o cliente usar comandos similares aos de um videogravador (*Play, Stop, Pause*, etc., i.e. o denominado *"tricky play"*) através do telecomando da sua *Set-Top Box* (STB). Para além de assegurar a interface de utilização do serviço, essa caixa contém ainda todo o hardware e o software necessário para receber, descodificar e mostrar vídeo numa TV convencional.

Uma infra-estrutura VOD pode ainda ser adaptada para outros serviços, p.ex. *home shopping*, notícias a pedido e *e-learning*.

Para além do *Video on Demand*, são também muito populares os seguintes serviços de TV Interactiva **[2]**:

Enhanced TV:
Os programas convencionais de TV são complementados com informação e conteúdos adicionais, incluídos na própria emissão (grafismo adicional sobreposto) ou através de *links* interactivos (informação que permite a visualização de conteúdos adicionais de forma similar à navegação Web);
Timeshift TV:
Corresponde à funcionalidade de dotar programas de TV (em directo) com a possibilidade de visionamento diferido e *tricky play*, normalmente através da sua gravação contínua em servidores na rede;
Personal Video Recorder (PVR):
Consiste na disponibilização de funcionalidades de gravador de vídeo digital na STB;
Electronic Program Guide (EGP)
Um guia de programação interactivo e personalizado, que pode ser associado ao PVR de forma a permitir agendar automaticamente as gravações.

Em face dos elevados débitos binários envolvidos, as infra-estruturas de rede para serviços interactivos de banda larga são tipicamente baseadas em redes ópticas, seguindo as seguintes topologias:

Fiber to the Home (FTTH) :
Fibra desde o comutador até casa de cada cliente;
Fiber to the Bulding (FTTB):
Uma variante das redes FTTH, com fibra até ao prédio, sendo depois a distribuição para cada casa normalmente efectuada em pares de cobre;

Fiber to the Curb (FTTC)
Fibra até um nó perto dos clientes, sendo a "última milha" assegurada em coaxial (cabo) (HFC – *Hybrid Fiber/Coax*), cobre (rede fixa) (xDSL) ou *wireless.*

3 *VOD was cool before Internet was hot*

O ano de 1992 pode provavelmente ser considerado o Ano Zero do *Video on Demand*. Nessa altura, a inovação no domínio das comunicações era claramente liderada pelos operadores tradicionais, que aos modems analógicos de 9600 e 14.4K baud do mundo dos computadores contrapunham a oferta de serviços comerciais de dados com débitos bem mais elevados, por exemplo RDIS (2x64Kbps), T-1 (1.544Mbps, EUA) e 2Mbps. Os principais fabricantes estavam já a colocar no mercado produtos para videotelefonia e videoconferência sobre linhas comutadas e na verdade muitos operadores conduziam testes desde finais da década anterior, com as *Baby Bells* na vanguarda.

Em Julho de 1992, a jovem empresa texana USA Video Inc. conseguiu a concessão da patente nº 5.130.792 relativa a um sistema para *"Store and Forward"* de vídeo, compreendendo um sistema e um método de transferir conteúdo em vídeo de um local central para outro local remoto, utilizando como meio de comunicação a rede telefónica. O conteúdo era previamente digitalizado, comprimido e armazenado no local de origem, sendo transferido para o destino a pedido do utilizador. Finalmente o conteúdo era reconstruído e mostrado em equipamento adequado para visualização de vídeo. Apesar da denominação ser distinta, esta descrição não é mais do que o conceito de VOD tal como hoje o conhecemos e a isso não é alheio o facto de a pouco conhecida USA Video desde há algum tempo lutar por fazer valer os seus direitos enquanto detentora da patente, como aliás o vêm fazendo várias empresas com outras patentes neste domínio tecnológico **[3]**.

Em Novembro desse mesmo ano, a revista Business Week incluiu um artigo intitulado *"Look, Ma – No Cable: it's Video-by-Phone!"*, baseado em demonstrações concorrentes entretanto preparadas pela USA Video e pela Bell Atlantic.

Nesta primeira fase experimental, que decorreu até 1994, as principais dificuldades foram, afinal, as mesmas que têm continuado a ensombrar o potencial de sucesso do VOD até aos dias de hoje:

Dificuldade em ultrapassar o cepticismo dos estúdios, sempre descrentes de que os seus padrões de qualidade de imagem pudessem ser assegurados;
Investimentos muito elevados para criar as infra-estruturas de *head-end,* transporte e rede de acesso em banda larga para suportar o serviço;
Custo das caixas a colocar nos utilizadores – o custo unitário das primeiras STB rondava os 10.000 dólares...

Nos anos seguintes foram muitos os pilotos iniciados por operadores de rede fixa e de cabo, nos Estados Unidos, na Europa e na Ásia.

A USA Video estabeleceu uma parceria com a Rochester Telephone (New York) para um ambicioso projecto que deveria atingir vários milhões de clientes, mas o operador decidiu suspendê-lo depois de uma fase inicial com apenas algumas dezenas de utilizadores, considerando que o serviço apenas seria viável quando existisse uma massificação das redes de acesso de banda larga.

Um dos casos mais paradigmáticos foi certamente a *Full Service Network* (FSN) da Time-Warner, em Orlando (Florida), o primeiro piloto baseado em servidores de vídeo numa rede de cabo, que disponibilizavam filmes e jogos a pedido, para além de *home shopping* e outros serviços interactivos diversos. Depois de significativos atrasos, devidos a problemas técnicos, a FSN arrancou em Dezembro de 1994, tendo como principais parceiros tecnológicos AT&T, Scientific-Atlanta, Silicon Graphics e Toshiba. Os *streams de vídeo* MPEG-1 (1.5Mbps) eram transportados em ATM sobre uma rede FTTC até à STB baseada numa estação Silicon Graphics Indy, cujo custo estimado rondava os 5.000 dólares apesar de o preço alvo se situar nos 500... Com um objectivo inicial de 4.000 clientes, o piloto da Time-Warner terminou no início de 1997, 100 milhões de dólares depois, ficando no ar a convicção de que tecnologicamente o serviço era possível, mas não tinha viabilidade comercial **[4]**.

Tal como a Silicon Graphics e a Oracle, também a Microsoft viu uma oportunidade interessante neste novo tipo de *software*, com potencial para ultrapassar o mercado de PC caso tivesse sucesso. A sua tecnologia MITV *(Microsoft Interactive Television)* foi a base de dois pilotos: entre Abril de 1995 e o início de 1997 com a TCI e a Viacom em Redmond (Washington), usando PC para emular STB e de Março de 1996 a Abril de 1997 com a NTT em Yokosuka (Japão), usando STB NEC. A arquitectura MITV baseava-se em ATM de extremo a extremo, suportando *streaming* de vídeo codificado em MPEG-2 a 6 Mbps sobre protocolos IP **[5]**.

A PT Inovação, então CET, começou a trabalhar nesta área em 1995, através de uma parceria com a Microsoft. Usando a mesma tecnologia de base dos pilotos de Redmond e Yokosuka, foram efectuados testes e desenvolvimentos que permitiram a realização de várias demonstrações, a mais importante das quais foi a antevisão de Televisão Interactiva na Casa do Futuro da exposição ExpoActs, patente no Edifício Oriente durante toda a Expo'98 (**Figura 2**). O cenário construído estava

geograficamente distribuído entre Aveiro e Lisboa, tendo recorrido a STB emuladas em PC, interligadas com os servidores de vídeo através da rede ATM da Portugal Telecom **[6]**.

Figura 2 - Demonstração iTV - ExpoActs

Merece destaque mais um caso que poderia ter alcançado outro grau de sucesso. Após cerca de 4 anos de desenvolvimento e testes, a HKT-IMS (Hong Kong Telecom Interactive Multimedia Services) lançou em Março de 1998 o seu serviço comercial de Televisão Interactiva, oferecendo VOD usando ATM sobre uma arquitectura FTTC/FTTB **[7]**. Tudo parecia a favor da IMS, adquirida pela Pacific Century CyberWorks em 2000, mas a verdade é que o serviço não teve a penetração planeada e acabou por ser reformulado numa óptica de Internet de banda larga, já em 2002. Apesar dos 7 milhões de habitantes concentrados em enormes edifícios numa escassa meia dúzia de km2, rendimento per capita elevado (o dobro do português) e grande apetência por este tipo de entretenimento, o problema dos conteúdos acabou por fragilizar comercialmente o serviço, que principalmente por questões de negociação de direitos enfrentou continuadas dificuldades para disponibilizar uma oferta atractiva ao nível de filmes e séries de primeiro plano.

Os pilotos da década de 90 realçaram o "problema da última milha", i.e. a evidência de que os operadores dificilmente conseguiriam obter retorno com o negócio de VOD/Televisão Interactiva que justificasse o avultado investimento na instalação de banda larga até casa dos clientes.

Por outro lado a Internet, cuja popularidade entretanto havia disparado, começava a oferecer interactividade e qualidade "suficiente" para justificar a inversão de tendências. Como alguém escreveu, e bem, *"VOD was cool before Internet was hot"*...

4 Um novo fôlego: VOD sobre IP

A Internet trouxe novas oportunidades de negócio aos operadores e o acesso de banda larga através de cabo ou ADSL vulgarizou-se, mas a necessidade de diminuir o *churn* (a tendência dos clientes para mudarem de operador) e aumentar o ARPU (receita média por cliente) manteve o interesse nos novos serviços multimédia interactivos. Pressionados pela grande penetração do móvel, os operadores de rede fixa continuaram a perseguir o objectivo da oferta *Triple-Play* (voz, dados e vídeo) como forma de relançar o negócio da rede fixa.

Ao longo dos últimos anos, os principais problemas evidenciados pelos pilotos VOD da primeira geração registaram evolução favorável, ao nível das questões relacionadas com conteúdos, tecnologia e perspectivas de retorno de investimento.

A qualidade da oferta de conteúdos vídeo em formato digital melhorou bastante com a introdução do formato MPEG-2. Normalizado pela ISO em 1994 e complementado ao longo da década de 90 com um conjunto alargado de *profiles* e adendas **[8]**, o MPEG-2 transformou-se rapidamente num dos mais importantes *standards* para vídeo e televisão digital, nomeadamente através do consórcio DVB *(Digital Video Broadcasting Project)*, composto por mais de 260 *broadcasters*, fabricantes, operadores e entidades reguladoras em mais de 35 países **[9]**. O MPEG-2 é também o formato de vídeo digital usado na actual geração de DVD pelo que, para os estúdios e produtoras cinematográficas, o VOD começou a ser visto com "melhores olhos", ganhando contornos de um novo canal de distribuição.

As questões tecnológicas dos primeiros tempos eram muitas e complexas. Os servidores de vídeo, por exemplo, eram máquinas extremamente caras, centralizadas, dotadas de hardware especializado para permitirem o *streaming* de vídeo com os débitos e nas condições adequadas, de escalabilidade problemática. No outro extremo do sistema, as *Set-Top Box* eram muito complexas e extremamente caras... Mas nos últimos dez anos registou-se uma grande evolução no sector das Tecnologias da Informação, catalizada pela popularidade da Internet. Os computadores baixaram muito de preço e a sua capacidade de processamento aumentou bastante, até ao ponto de já não ser necessário *hardware* especializado para os servidores de vídeo. As STB podem agora ser construídas com *hardware* de custo reduzido, baixando o seu preço para a casa dos 100-200€.

O investimento realizado pelos operadores em termos de infra-estruturas e know-how para oferecer acesso à Internet de alta velocidade contribuíram bastante para a migração do conceito de VOD para o mundo IP, sendo assim mais viável a utilização de uma mesma rede *core*, mais flexível, com custos de operação minimizados e investimento racionalizado. De facto o IP começa a ser a camada de rede *standard* para os *deployments* de banda larga em xDSL ou FTTH. Nestes cenários, em que o ATM sobre SDH pode ser substituído pela mais económica Gigabit Ethernet, o IP flui desde o *head-end* até à STB para transportar VOD, televisão, Internet e até mesmo voz sobre IP (VOIP).

Todavia é importante compreender-se que novos problemas tecnológicos surgiram, pois o IP(v4) não é o ideal para transporte de vídeo, devido à sua natureza *"best effort"* e a falta de mecanismos de QoS (qualidade de serviço). Por outro lado o vídeo comprimido não admite perda de pacotes, imediatamente perceptível para o utilizador final e o MPEG-2, em particular, necessita de transporte com atraso constante, não tolerando portanto o *jitter* (deriva temporal) normalmente presente nas redes IP. Estes problemas, que implicam cuidados adicionais no planeamento e operação da rede, são também endereçados ao nível das camadas superiores do *software*, por exemplo recorrendo a novos protocolos para multimédia sobre IP, ao nível do transporte RTP/RTCP *(Real-Time Protocol / Real-Time Control Protocol)* **[10]** e controlo de fluxo RTSP *(Real-Time Streaming Protocol)* **[11]**, assim como utilizando técnicas de *buffering* na STB, à custa de um aumento da latência do sistema.

Todo este contexto fez emergir novas arquitecturas de VOD. No conceito tradicional, os servidores de vídeo são máquinas enormes, localizadas no centro da rede. Apesar de todos os problemas acima discutidos, esta abordagem centralizada apresenta como vantagem possuir um único ponto de gestão e um único repositório de conteúdos.

De forma a racionalizar a largura de banda da rede *core* e assim tornar possível a massificação do serviço VOD, foi introduzida uma arquitectura alternativa em que os servidores são colocados muito mais próximos dos clientes, tipicamente na fronteira da rede de acesso (*edge servers*, por exemplo junto aos DSLAM). Esta abordagem distribuída reduz significativamente os requisitos de largura de banda na rede *core*, mas requer um sistema de gestão de conteúdos bastante sofisticado, capaz de assegurar a disponibilidade de filmes de forma comercialmente eficaz e versátil.

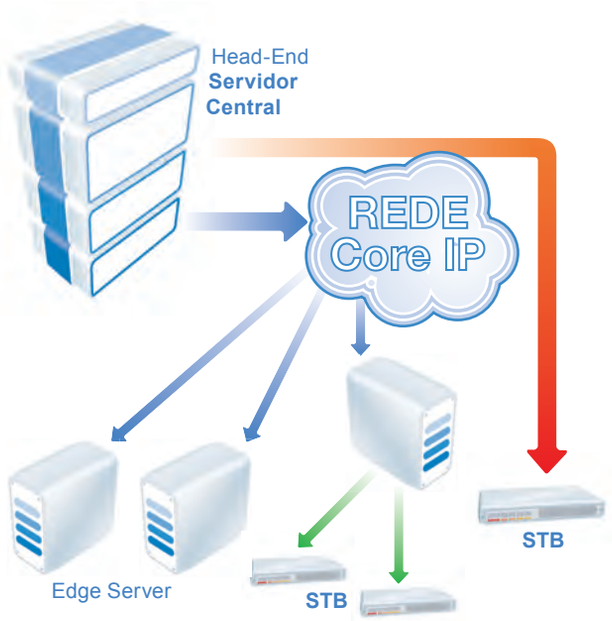


Figura 3 - Arquitectura híbrida para VOD sobre IP

A utilização de servidores interligados por IP tem permitido aos principais fabricantes (p.ex. nCube, Kasenna, SeaChange e BitBand) apresentarem soluções de VOD distribuídas, dotadas de uma camada de *software* que possibilita o controlo e gestão do sistema como se o cenário fosse baseado num servidor centralizado monolítico.

Uma arquitectura híbrida, como a representada na **figura 3**, permite um compromisso equilibrado entre as duas abordagens, centralizada e distribuída.

Numa arquitectura híbrida, os servidores de vídeo periféricos *(edge servers)* asseguram o *streaming* dos conteúdos mais frequentemente acedidos (a verde), enquanto os conteúdos menos populares são fornecidos directamente pelo servidor central (a vermelho). A gestão inteligente de conteúdos baseia-se nas regras de negócio e nas estatísticas de utilização de cada servidor periférico para, de forma autónoma, transferir em *off-line* réplicas do servidor central para os periféricos (a azul).

A existência de servidores periféricos também torna possível a futura introdução de novos serviços de TV Interactiva, como por exemplo NPVR *(Network PVR)*, funcionalidade que no limite permite que a própria disponibilização de TV sobre IP (IPTV) seja oferecida *"on demand"* com funcionalidades de *TimeShift*, mesmo que a STB do cliente não permita PVR.

Outro aspecto que condiciona as decisões ao nível da arquitectura e infra-estrutura de rede é a questão da disponibilização de TV sobre IP. De facto, enquanto serviços *unicast*, como é o caso do VOD, assentam bem numa rede de acesso ADSL, já serviços tipicamente *broadcast* como a distribuição de TV sobre IP oferecem desafios adicionais, por serem mais facilmente distribuídos através de meio partilhado, como cabo ou satélite. Os mecanismos de *multicast* IP (IGMP – *Internet Group Management Protocol*) [12] permitem a racionalização ao nível da rede *core*, mas ainda assim persistem limitações inerentes à largura de banda disponível na rede de acesso, o que tem contribuído para uma nova tendência: o aparecimento de STB híbridas, que usam o cobre para os serviços *"on demand"* e o cabo, satélite ou antena convencional para o serviço de TV digital.

Para além de todos os aspectos já enunciados, o sucesso de um serviço de *Video on Demand* depende bastante da existência de outras funcionalidades, tais como as seguintes:

Segurança, encriptação e CA (Acesso Condicional) ou DRM *(Digital Rights Management)*;
Gestão fácil e integrada de conteúdos, próprios e de terceiros;
Flexibilidade na operacionalização de variados modelos de negócio, para permitir *time to market* adequado (promoções, destaques, etc.);

Gestão integrada com a rede do operador.

5 A aposta PT Inovação

Tirando partido da sua larga experiência e posicionamento no mercado, a PT Inovação tem vindo a complementar a oferta Netb@nd® com produtos e soluções vocacionadas para a oferta de serviços multimédia avançados nas zonas de menor densidade, como as zonas rurais ou em zonas cuja especificidade em termos de localização geográfica e padrão elevado de geração de tráfego, como os, condomínios/*hospitality* ou as zonas industriais, configura situações em que uma oferta diferenciada é normalmente mais vantajosa, não só na solução de acesso, mas também no pacote de serviços multimédia a oferecer.

Esta nova oferta PT Inovação é designada por AMORA – Aplicações Multimédia para *Outdoor* na Rede de Acesso. A **figura 4** apresenta a arquitectura subjacente a esta nova oferta. É uma arquitectura distribuída, em que se colocam os armários AMORA na periferia da rede e, por conseguinte, nas próprias zonas alvo que se pretende servir. Os armários incorporam um DSLAMip de nova geração (MDSLAM 42/240/480) e um servidor de vídeo VODu modular e expansível.

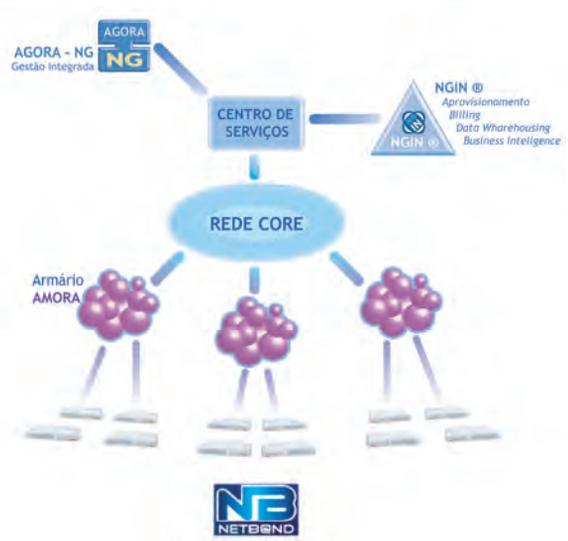


Figura 4 - Arquitectura de Implantação AMORA

Ao contrário das gerações anteriores de DSLAM, baseadas em ATM, o novo DSLAMip foi pensado de raiz para trabalhar em Ethernet, usando principalmente os protocolos IP. Como forma de potenciar uma solução viável de IPTV, implementa o protocolo IGMP para permitir que à STB de cada cliente chegue apenas o *stream* de vídeo seleccionado (através dos mecanismos de *multicast)*. Levando em conta a necessidade dos grandes débitos inerentes ao VOD, está dotado de portas GigaBit Ethernet, viabilizando a oferta deste tipo de serviços para um grande número de clientes que estejam ligados a um mesmo DSLAMip.

O servidor de vídeo VODu é modular e baseado em *hardware* não proprietário, estando vocacionado para arquitecturas híbridas. É expansível, suportando actualmente o *streaming* de conteúdos MPEG-2 PS *(Program Stream)*, MPEG-2 TS *(Transport Stream)*, MPEG-1 PS, MPEG-4 *(ISMA Profiles)* e MPEG-1 layer 3 audio (MP3), usando como protocolos de controlo o RTSP e o RTCP em *unicast* para VOD e RTP ou UDP para o *streaming*, em *unicast* ou *multicast*. Cada unidade inclui *storage standard* de 240GB (180 horas ou aproximadamente 120 filmes em MPEG-2 a 3Mbps) e o *throughput* garantido é de 150Mbps (50 *streams* simultâneos a 3Mbps).

A arquitectura distribuída que foi adoptada configura-se mais resiliente ao crescimento, não impondo aumento significativo de capacidade da rede de núcleo à medida que os acessos crescem.

Figura 5 - O Armário AMORA

O armário activo de exterior AMORA endereça assim a resolução de dois problemas: redução da distância do troço de par de cobre que vai até casa do cliente,

permitindo maiores larguras de banda em ADSL e redução da ocupação da rede *core* com os *streams* de vídeo, tirando partido de arquitecturas de VOD distribuídas ou híbridas. Reconvertendo os actuais armários passivos de exterior em armários alimentados passa a ser possível colocar o DSLAM bastante perto da casa do cliente, permitindo os 6 a 8 Mbps necessários para a oferta de serviços de IPTV e VOD (mantendo o acesso rápido à Internet e a voz). Dado que o armário é alimentado e que a solução de VOD da PT Inovação tira partido da economia de escala dos actuais servidores do tipo Intel, também é possível e atractivo colocar um ou mais servidores de vídeo junto ao DSLAM, concentrando assim a grande ocupação de largura de banda no *switch* que interliga o DSLAM e os servidores de VOD, sendo a rede *core* usada apenas para actualização de novos filmes nos servidores.

O armário AMORA pode ainda ser integrado com um *head-end* digital de baixo custo para serviços distributivos de TV, baseado no Netb@nd® IP *Streamer*, podendo assim enriquecer o pacote de oferta de serviços a zonas-alvo específicas (p.ex. condomínios ou zonas industriais).

Interfaces adequadas com as plataformas NGIN® e AGORA-NG® asseguram uma integração efectiva ao nível da rede, da gestão e do negócio, contribuindo assim para uma solução competitiva de Serviços Multimédia avançados, em que a oferta de VOD sobre IP e IPTV são os principais atractivos.

6 Conclusões

Actualmente o *Video on Demand* sobre IP é já uma realidade e serviços tais como a Fastweb em Itália (*Triple Play* sobre xDSL e FTTH/FTTB) e o Imagenio (Telefónica) em Espanha (Internet, IPTV e VOD sobre ADSL) apontam claramente para uma nova janela de oportunidade.

As perspectivas de evolução tecnológica também vêm reforçar o optimismo em torno dos Serviços Multimédia Interactivos. É o caso da codificação de vídeo: o MPEG-2 ainda domina de forma avassaladora o vídeo digital no cabo, no satélite e na TV digital terrestre, mas com o formato MPEG-4 consegue-se hoje em dia qualidade perceptível semelhante ao MPEG-2, para débitos substancialmente inferiores, da ordem de 1Mbps.

A Internet começou por pôr em causa este tipo de serviços, mas acabou por contribuir para a evolução tecnológica e o amadurecimento do mercado, que agora está mais receptivo a serviços interactivos de banda larga. O cobre parece ser a rede de acesso ideal, em função da base de clientes alargada já existente. Há assim um novo fôlego para os operadores de rede fixa.

Actualmente o retorno do investimento afigura-se mais favorável e a aposta parece segura, pois a escalabilidade permite que serviços futuros, alguns certamente ainda por inventar, mais facilmente possam vir a reutilizar as mesmas infra-estruturas de banda larga. Tal como até aqui, a PT Inovação continuará no futuro a estar ao lado dos seus parceiros e clientes, contribuindo de forma decisiva para o seu sucesso perante esses novos desafios.

7 Referências

[1] DSL Forum
http://www.dslforum.org/

[2] The iTV Dictionary and Business Index
http://www.itvdictionary.com/

[3] USA Video Interactive Corp.
http://www.usvo.com/history/

[4] Zollman, Peter, *"Interactive News: State of the Art",* cap. 4, 1997
http://www.rtndf.org/resources/intnews/

[5] Jones, Michael B., *"The Microsoft Interactive TV System: An Experience Report",* Technical Report MSR-TR-97-18, Microsoft Research, 1997
http://research.microsoft.com/~mbj/papers/tr-97-18.doc

[6] *"Portugal Telecom demonstra Serviços Multimédia Interactivos",* Microsoft Magazine nº 25, 1998

[7] NEC Singapura, *Press Release*,
http://www.nec.com.sg/bccs/News/1998/980323.htm

[8] ISO/IEC 13818, *"Generic coding of moving pictures and associated audio information"*

[9] DVB – Digital Video Broadcasting
http://www.dvb.org/

[10] IETF RFC 3550, *"A Transport Protocol for Real-Time Applications"*

[11] IETF RFC 2326, *"Real-Time Streaming Protocol"*

[12] IETF MAGMA Working Group, *"Multicast & Anycast Group"*

Fausto de Carvalho

Licenciado 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 às questões associadas aos serviços multimédia interactivos. Foi distinguido com o 1º lugar dos Prémios Inovação 1997 da Portugal Telecom, pelo trabalho "Demonstrador de *Vídeo on Demand* - A Aplicação CineTV". 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.

Bernardo Cardoso

Licenciado em Auditoria Contabilística e Mestre em Gestão da Informação e 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 audiovisuais em rede, nomeadamente televisão e vídeo sobre IP, plataformas domésticas e terminais móveis, para além das questões associadas à personalização e gestão de conteúdos.

Luís Miguel Silva

Licenciado em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações pela Universidade de Aveiro e Mestre em Ciências Empresariais pelo ISCTE. Engenheiro de Telecomunicações no CET/PT Inovação desde 1981, onde esteve envolvido em projectos de desenvolvimento nas áreas de comutação digital, redes inteligentes e gestão de redes. De 1986 a 1997 esteve envolvido em projectos internacionais de investigação no âmbito do programa comunitário RACE e do EURESCOM, nas áreas de *software*, redes inteligentes e gestão de redes. Entre 1999 e Junho de 2003 foi responsável pela Área de Negócio SGR – Sistemas de Gestão de Rede. Tem desenvolvido actividade de consultoria sobre sistemas e processos de Gestão de Rede e Serviços a empresas do grupo PT. É actualmente responsável pelo projecto *Generic Framework for iTV* do 5º programa quadro do IST. É Director da área de Experimentação e Selecção de Tecnologias da PT Inovação.

Francisco Fontes

INFRA-ESTRUTURA E SERVIÇOS DE SUPORTE PARA ACESSO UBÍQUO E PERSONALIZADO EM CENÁRIOS B3G E NGN

QoS, QoS Broker, A4C, B3G, *Multimedia Service Provisioning, Content Adaptation, Pervasiveness*

Tendo em conta o actual desenvolvimento da tecnologia e dos mercados, a evolução das redes de telecomunicações aponta no sentido da convergência de redes e serviços. No entanto, e face ao desenvolvimento tecnológico já existente, não será expectável que observemos uma revolução na forma de fazer telecomunicações mas antes uma evolução na consolidação e complementaridade de novas técnicas e tecnologias com as existentes. Esta evolução deverá passar pela constituição de uma arquitectura de rede aberta, baseada numa infra-estrutura global IP, tendencialmente IPv6 no futuro, e integrando redes de acesso heterogéneas. Sendo orientada aos operadores e colocando uma ênfase especial nos utilizadores, essa arquitectura pretende disponibilizar acesso com elevada mobilidade (de terminais, redes, utilizadores e sessões), sem rupturas no acesso a serviços e informação, sendo de extrema importância manter controlo sobre a utilização dos recursos partilhados disponíveis.

Esta publicação apresenta uma arquitectura global para um cenário de rede B3G, já em desenvolvimento pelo consórcio Daidalos. A PT Inovação tem neste consórcio um papel importante ao liderar o maior dos grupos de trabalho de especificação e desenvolvimento e ao ser responsável pelo desenvolvimento de dois dos principais componentes da arquitectura proposta: QoS Brokers e *MMSP Brokers* e *Proxies*.

1 Introdução

A evolução das redes de telecomunicações aponta para uma arquitectura de rede aberta, baseada numa infra-estrutura global IP, ten-dencialmente IPV6 no futuro, e integrando redes de acesso heterogéneas. Deverá permitir a disponibilização de serviços e aplicações a um conjunto extenso de utilizadores e terminais com distintos perfis. Essa arquitectura que suportará os futuros cenários B3G (*Beyond* 3G) e NGN (*Next Generation Networks*), permitirá desenvolver serviços convergentes oferecidos de forma ubíqua, potenciando a negociação do serviço e criando novos modelos de negócio que, segundo se espera, possam desenvolver o mercado.

Sendo orientada aos operadores e colocando uma ênfase especial nos utilizadores, essa arquitectura pretende disponibilizar acesso com elevada mobilidade (de terminais, redes, utilizadores e sessões), sem rupturas no acesso a serviços e informação. Isso requer, entre outros, uma gestão dinâmica dos recursos dis-poníveis e a adaptação na entrega de conteúdos às preferências dos utilizadores e condições de operação da rede.

Actualmente existem já diversas iniciativas nos organismos de normalização (ITU-T, ETSI, IETF) e outros grupos com interesses específicos, para a definição de arquitecturas, protocolos e interfaces que serão os percursores das futuras redes de telecomunicações.

Uma arquitectura deste tipo apresenta os seguintes requisitos base:

Gestão dinâmica, em tempo real, dos recursos de rede, optimizada pela adopção de mecanismos de medida distribuídos e baseada na definição de políticas de gestão globais, garantindo o funcionamento integrado do sistema;
Suporte de aplicações e serviços tradicionais para além dos que sejam desenvolvidos de acordo com os princípios da nova arquitectura;
Segurança e integridade entre todas as entidades envolvidas no negócio, adoptando mecanismos robustos e flexíveis permitindo a autenticação mútua e criação de relações de confiança;
Disponibilização de uma plataforma de aprovisionamento de serviços genéricos com especial ênfase para os multimédia, com componentes de localização e desco-berta de serviços, utilizadores e recursos de rede e terminais;
Integração de mecanismos apropriados para a disponibilização de serviços a grupos de utilizadores, baseados em tecnologias *unicast* e *broadcast*;
Personalização e composição de serviços, adaptados ao contexto;
Mobilidade de terminais, redes, utilizadores e sessões, intra e inter-domínio;

A PT Inovação está actualmente a participar em projectos de investigação internacionais que pretendem estudar, implementar e demonstrar estes conceitos. Aqui destaca-se o projecto Daidalos[1] que se encontra a definir uma arquitectura global de rede com as características atrás referidas e, mais importante, a implementar laboratorialmente as entidades, interfaces e protocolos que permitirão demonstrar a breve trecho o que poderão ser as redes e serviços do futuro. De facto o maior valor deste projecto, para além da proposta de referida arquitectura, consiste na sua implementação e demonstração prática, orientada por cenários de aplicação futuros, mais além do horizonte temporal das soluções dos organismos de normalização.

2 Novos Serviços de Telecomunicações

Os próximos passos do processo evolutivo das redes de telecomunicações deverão caracterizar-se não tanto pela adopção de soluções tecnológicas revolucionárias mas antes pela evolução de algumas das redes actualmente existentes, estabelecendo uma linha de continuidade a partir das actuais propostas 3GPP. Uma evidência e um primeiro passo nesse sentido é observável na estratégia ETSI **[2]** (TISPAN **[3]**) de adopção dos elementos nucleares 3GPP (IMS), definidos especialmente para as redes móveis, para soluções mais abrangentes como é o caso das Redes de Próxima Geração (**figura 1**). De facto as redes de telecomunicações em operação dentro de 4 a 7 anos deverão caracterizar-se pela convergência fixo-móvel e interfuncionamento com as redes legadas (actual PSTN), incorporando soluções existentes ou em definição mas que actualmente são observadas isoladamente.

A revolução, que será certamente observável, estará na forma de definir e compor novos serviços de telecomunicações. Estes caracterizar-se-ão pelos seguintes aspectos:

Ubiquidade, Mobilidade

Presença e Localização

Personalização

Dados e serviços interpessoais

Registo e descoberta de serviços e recursos

Multimédia

Single-sign-on

Anonimicidade e identidades virtuais

Serviços individuais, de grupo e universais

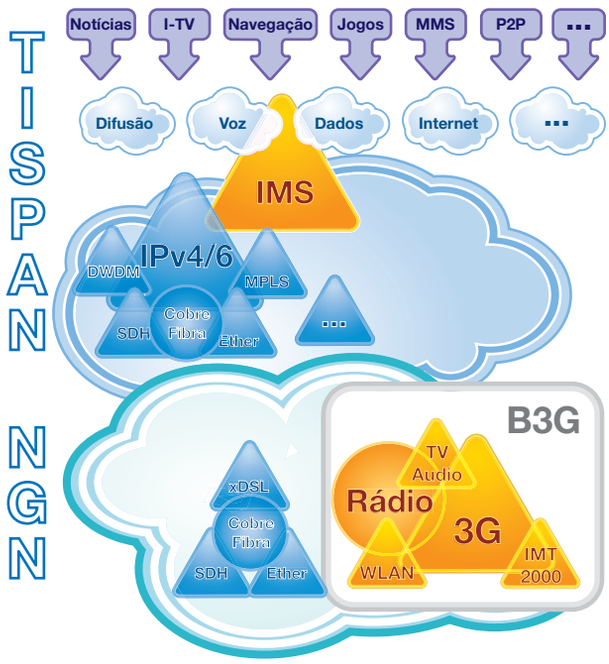


Figura 1 - Enquadramento Geral das Actividades B3G e NGN

Isto permitirá aos operadores de rede e prestadores de serviços oferecer:

Variedade de serviços personalizados, integrados e de forma *pervasive*,
Serviços sensíveis ao contexto, adaptando-se ao perfil de utilizador, terminal e condições de rede,
Serviços suportados de forma transparente sobre tecnologias de acesso heterogéneas

De entre estes aspectos ressaltam os aspectos de personalização e sensibilidade ao contexto (utilizador, terminal e rede). Por outro lado essas novas redes pretendem fornecer aos utilizadores aquilo que actualmente as redes UMTS e WLAN oferecem separadamente: Mobilidade, *handovers* e *roaming* (UMTS) e largura de banda (WLAN).

As funcionalidades necessárias para a disponibilização destes novos serviços de telecomunicações, deverão estar estratificadas por níveis. Esta estratificação pode ser percursora de novos modelos de negócio onde o operador de telecomunicações tradicional poderá ter de ceder espaço de actuação a novos actores, especializados em determinadas áreas, complementando e enriquecendo a sua actividade. O novo operador deverá, no entanto deter áreas chave do negócio. Essa estratificação está representada na **figura 2**. Cada uma das quatro grandes áreas permite que sejam constituídas entidades independentes mas ligadas por relações de confiança (Federações) e mecanismos que garantam a consistência do conjunto.

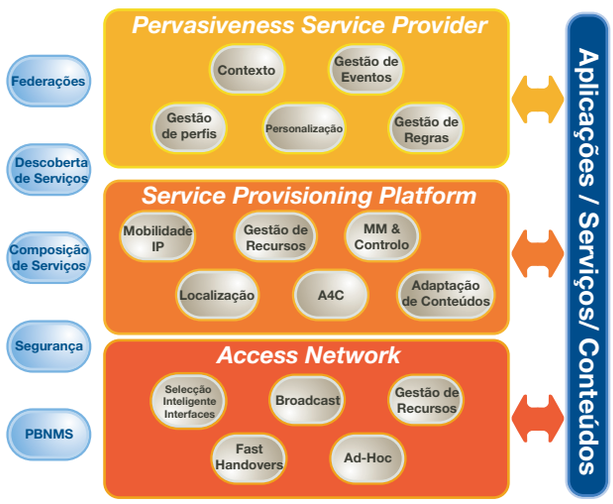


Figura 2 - Estratificação de Funcionalidades B3G

3 Arquitectura Daidalos

O projecto Daidalos pretende especificar, modelar e implementar os componentes, respectivas interfaces e protocolos, integrando aspectos de rede e serviços de telecomunicações para operadores num cenário B3G. Num cenário deste tipo o protocolo IP, e em particular o protocolo IPv6, tem um papel fundamental como elemento comum na comunicação extremo a extremo e independentemente das tecnologias de acesso adoptadas (802.11e, 802.16, WCDMA, DVB-T, etc.).

Na **figura 3** está representada de forma simplificada a arquitectura de referência do projecto. Esta arquitectura considera a existência de múltiplos domínios administrativos, sendo constituído cada um por uma rede central interligando diversas redes de acesso. Centralmente existem funcionalidades específicas do operador (SPP) que se complementam com funcionalidades distribuídas pelas redes de acesso, *routers* e os próprios terminais. Aplicações e conteúdos serão disponibilizados por plataformas específicas de terceiros (3P – *third parties*). A complementar ambos, existirá uma plataforma de serviços, garantindo as características enunciadas no início do texto, nomeadamente as de personalização de *pervasiveness*. Mecanismos específicos controlam as tecnologias de acesso, isolando as camadas superiores das particularidades dessas tecnologias, e complementam-nas garantindo *handovers* verticais (diferentes tecnologias) e horizontais (mesma tecnologia) rápidos (*fast-handovers*).

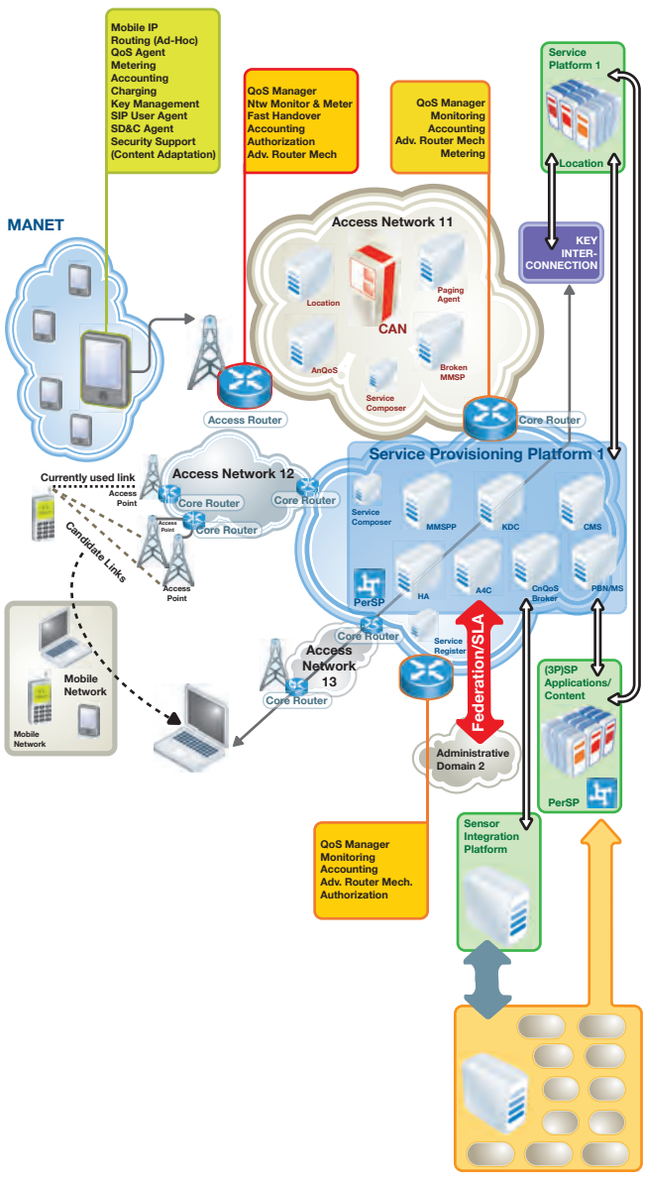


Figura 3 – Arquitectura Daidalos

Considerou-se ser de maior interesse prestar especial atenção aos componentes que deverão estar sob controlo do operador de telecomunicações no cenário evolutivo apresentado e que lhe permitirão controlar e gerir o negócio de telecomunicações:

Gestão de recursos e controlo de QoS extremo a extremo;

Aprovisionamento e controlo de serviços multimédia;

Estabelecimento e garantia de segurança com clientes e entidades parceiras de negócio;

Autenticação, Autorização, Contabilização, Auditoria e Tarifação (A4C).

A PT Inovação contribui especialmente nas primeiras duas componentes, sendo de sua responsabilidade os *QoSBrokers* de rede de acesso e núcleo e os *Multimedia Proxy/Broker.* Estes componentes são entidades centrais na arquitectura Daidalos contribuindo com funções específicas de controlo e coordenação, obrigatórias em qualquer futura rede de telecomunicações. Na **figura 4** esboça-se o seu relacionamento com outras entidades

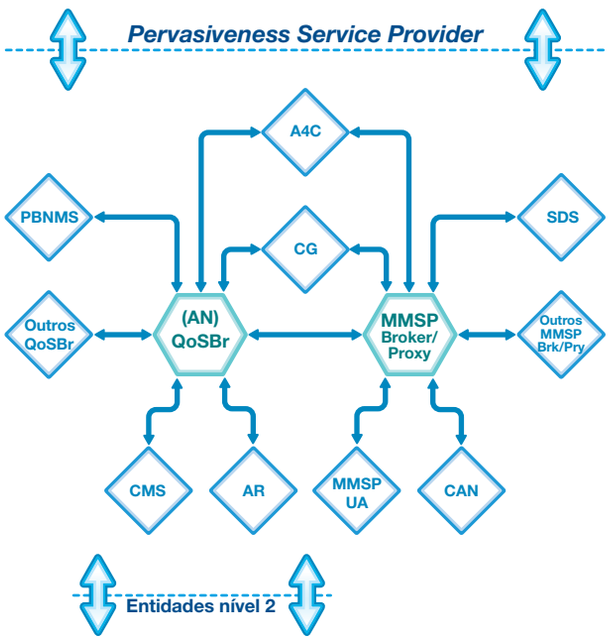


Figura 4 – Sistema QoSBr e MMSP *Broker&Proxy* da PTInovação

3.1 Gestão de Recursos e Controlo de QoS Extremo a Extremo

Esta componente tem como principal objectivo fazer o controlo da atribuição e utilização de recursos de forma a garantir os níveis de serviço esperados extremo a extremo. A sua actividade é definida por políticas definidas central-mente (PBNMS). O controlo de QoS deve ser realizado intra e inter domínio e suportar aplicações e serviços novos bem como os já existentes e que não foram realizados tendo em consideração a existência destes mecanismos de controlo (legados).

Um dos aspectos inovadores relativamente a desenvolvimentos anteriores **[1]**, consiste na utilização de resultados de uma plataforma de medidas, para efeitos de monitoria da qualidade entregue (CMS), no controlo de admissão e distribuição de recursos disponíveis entre redes pelas diversas classes de transporte.

São entidades principais neste processo (**figura 5**):

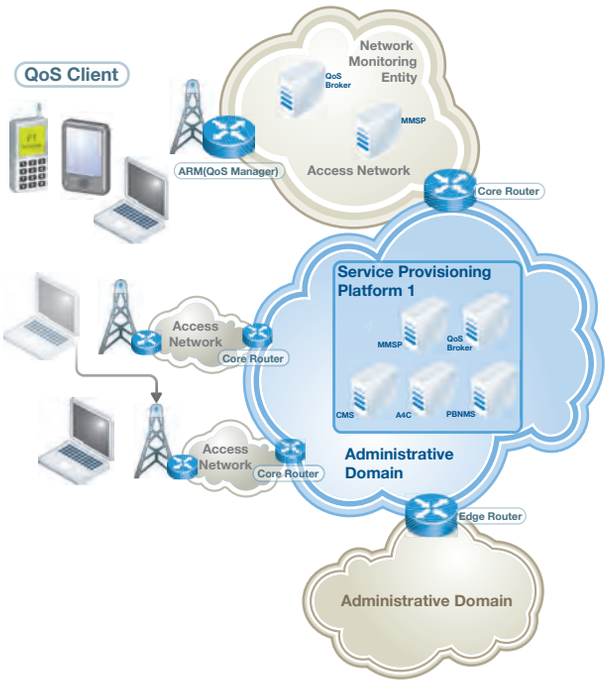


Figura 5 - Arquitectura de Controlo de QoS, ao Nível de Rede

***Brokers* (acesso e núcleo)**

Entidades centrais que, executando tarefas de controlo de medidas activas e passivas na rede, registo de reservas e controlo de admissão, garantem os níveis de operação de acordo com os SLA estabelecidos e contribuem no controlo de saldo para serviços legados pré-pagos; necessitam conhecer os perfis dos utilizador (NVUP – *Network View of User Profile*) e ter indicações de fim de sessões.

***Routers* (Acesso, *Core* e *Edge*)**

Elementos de encaminhamento de tráfego IP, posicionados nas fronteiras entre domínios hierárquicos e administrativos, necessários:

- Na intercepção de tráfego legado e correspondente autorização de serviço
- Na execução das políticas de operação definidas (policiamento e gestão de filas)

Clientes QoS

Entidades lógicas a colocar nos terminais, capazes de estabelecer o diálogo entre aplicações e entidades de controlo dos recursos de rede.

Plataforma de Medidas

Obtenção de medidas em tempo real, reflectindo o nível de operação da rede; deverá ainda detectar a fim de sessões para fluxos de aplicações legadas; necessário para a obtenção de informação que irá alimentar

- Processo de controlo de admissão
- Processo de verificação de SLA
- Processo de contabilização de custos, incluindo pré-pagos de volume

3.2 Aprovisionamento e Controlo de Serviços Multimédia

Aqui são identificáveis três componentes principais: Controlo de sessões multimédia, adaptação de conteúdos (CAN) e descoberta de serviços (SDS) (figura 6). Em conjunto, estes componentes permitem o estabelecimento de sessões multimédia entre pontos terminais ligados com tecnologias de acesso heterogéneas, suportando *multicast* e *broadcast*.

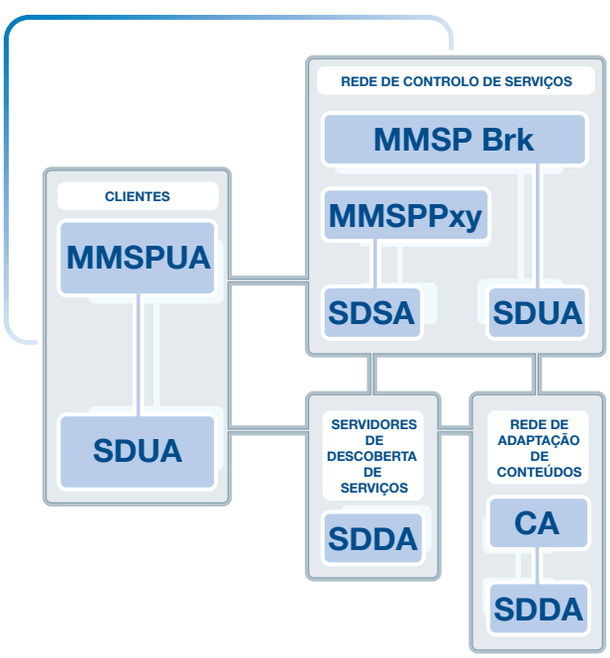


Figura 6 - Arquitectura de Aprovisionamento eControlo de Serviços Multimédia

No primeiro destes componentes, destacam-se os MMSP *Broker* e *Proxy* com as seguintes funções: estabelecimento de sessões multimédia, descoberta de utilizadores e encaminhamento de pedidos de sessões até aos mesmos, negociação de QoS com pedidos de reserva de recursos aos QoSBr e descoberta e configuração de nós

de adaptação. Enquanto o primeiro é a entidade central que coordena estas funções, o segundo está replicado e distribuído em cada uma das redes de acesso, tal como acontece com os ANQoSBr (QoS Brokers para a rede de acesso). O protocolo SIP aparece aqui como protocolo preferencial para o estabelecimento de sessões. No entanto, para que se possa enriquecer o protocolo e seja possível extrair informações úteis na coordenação dos recursos de rede a utilizar, é necessário adoptar um novo SDP, denominado de SDPng.

Também para a operação destas entidades é necessário ter-se conhecimento do perfil do utilizador (SVUP – *Service View of User Profile*). Ambos NVUP e SVUP são obtidos do componente A4C, após autenticação com sucesso, e reflectem em parâmetros adequados quais as permissões e algumas preferências aplicáveis a cada utilizador em particular.

3.3 Segurança e A4C

Para complementar os dois componentes anteriores e garantir as funcionalidades necessárias, é necessário dispor ainda de uma plataforma de garantia de segurança e A4C. As funções AAA habituais nos serviços de ISP tradicionais, garantem que ao consumo desses serviços estejam associadas operações de autenticação e autorização e que esse consumo seja contabilizado. Na arquitectura proposta é necessário adicionar verificação de (1) SLA e (2) não-repúdio de utilização e (3) tarifação flexível. De referir ainda que o modelo de contabilização actualmente existente (agregado para todo o tráfego gerado/recebido durante uma sessão de autenticação), deixa de ser válido sendo necessário obter essa informação por sessão de utilização de cada serviço.

Isto coloca um outro desafio: definição precisa e coordenada do conceito de sessão e fluxo, que permita o perfeito entendimento entre todas as entidades, nomeadamente QoSBr, CMS, MMSP e A4C. Esta definição far-se-á pela correcta definição de filtros baseado em características particulares do protocolo IPv6.

No processo de autenticação e autorização, o projecto adoptou três novos conceitos: PANA, 802.1x e SAML. Em conjunto estes garantem processos mais simples e unificados de autenticação e re-autenticação sobre redes de acesso heterogéneas e realização de *single sign on* entre entidades federadas. A adopção do protocolo Diameter, complementa estes componentes.

4 Conclusões

Tendo em conta a actual evolução da tecnologia e dos mercados, a evolução das redes de telecomunicações aponta no sentido da convergência de redes e serviços. Para tal, e face ao desenvolvimento tecnológico já existente, não será expectável que observemos uma revolução na forma de fazer telecomunicações mas antes uma evolução na consolidação e complementaridade de técnicas e tecnologias.

Esta publicação apresenta uma arquitectura global para um cenário de rede B3G, já em desenvolvimento pelo consórcio Daidalos. Muito embora o foco esteja nas tecnologias de acesso rádio, os resultados e as entidades propostas adaptam-se a tecnologias fixas sem dificuldade sendo, nessas circunstâncias, até possível simplificar algumas delas e tirar melhor proveito das suas funcionalidades. Pode-se assim dizer que as soluções encontradas não se aplicam apenas a cenários B3G mas também a cenários NGN.

Embora algumas soluções estejam a ser implementadas e testadas pela primeira vez pelo projecto Daidalos (PANA, SAML, SDPng, etc.), a grande mais valia do projecto está na definição e na demonstração prática do funcionamento integrado de sistemas complexos que permitem a constituição de uma arquitectura de rede capaz de suportar serviços, aplicações e modelos de negócio futuros.

Esta evolução mostra que, para vencer os desafios que se nos irão colocar, mas que já são de hoje, os operadores têm de apostar no imediato num Saber forte, bastante diversificado e inter-disciplinar, baseado nas experiências do passado e que permita um Fazer sólido em áreas chave do negócio futuro.

4 Referências

[1] **Daidalos** - *Designing Advanced Network Interfaces for the Delivery and Administration of Location Independent, Optimised Personal Services*:
· Inicio: Nov/2003; fim: Abr/2006
· *Integrated Project* (IP) com contrato nº 506997 (CE/FP6);
· Esforço global: 2436PM;
· Participação PTIN: 114PM; liderança (Engº Francisco Fontes) da WP3, *Services and Network Management & Provision*, com um total de 26 parceiros e 718PM numa duração de 24 meses (Nov/2003 a Out/2005)
· Consulta WWW: http://www.ist-daidalos.org/

[1] Revista PT Inovação Saber&Fazer Telecomunicações, nº1, Dez/03, Uma arquitectura para integração de mobilidade e qualidade em redes IPv6 de Operadores , Victor Marques, Francisco Fontes, Jacinto Vieira, Carlos Parada

[2] ETSI
http:// www.etsi.org/home.htm

[3] TISPAN
http://portal.etsi.org/tispan/

Francisco Fontes

Licenciou-se em Engª Electrotécnica e de Computadores, Ramo de Electrónica e Telecomunicações, pelo Instituto Superior Técnico (Set/91) e obteve o seu PhD pela Universidade Politécnica de Madrid (Nov/00) na área de gestão distribuída de redes de telecomunicações.

Em Set/91 iniciou a sua actividade profissional 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 de pacotes multiserviço e na sua evolução para a introdução de IPv6 e para cenários All-IP.

Teresa Almeida

Francisco Fontes

AS GERAÇÕES SEGUINTES DE SERVIÇOS DE REDES DE TELECOMUNICAÇÕES

B3G, *Beyond* IMT-2000, All-IP, NGN, RPG, Convergência Fixo-Móvel, IMS, TISPAN, Serviços *I-Centric*, Mobilidade, Nomadismo, QoS, Segurança, AAA, Multimedia, *Content Adaptation*, *Pervasiveness*, Ubiquidade.

Este artigo tem por objectivo apresentar o cenário evolutivo mais consensual para os serviços e redes de comunicações. È feita a descrição da realidade actual e da sua inadequação para responder às actuais exigências de mercado e às expectativas dos utilizadores de serviços de comunicações. Caracteriza-se o estado da arte e da normalização ao nível das redes e apresenta-se as actuais tendências de evolução de redes e serviços. Conclui-se que as gerações seguintes de redes e serviços passam pela convergência numa arquitectura aberta de rede, baseada numa infra-estrutura global IPv6 e integrando redes de acesso heterogéneas, que permita a disponibilização de serviços e aplicações a um conjunto extenso de utilizadores e terminais com distintos perfis. Será esta convergência que virá permitir a oferta ubíqua de novos serviços com foco no utilizador. Os sistemas B(eyond) 3G, IMT 2000, incluem-se neste enquadramento que acaba por ser corporizado na NGN. A normalização, em particular a ETSI está a ter um papel dinamizador preponderante na convergência e na construção da NGN.

1 Introdução

É hoje aceite, de modo generalizado, o pressuposto de que as futuras redes de comunicação convergirão e serão suportadas por uma rede com comutação de pacotes que utilizará o protocolo IPv(4/6) como protocolo de rede.

Estas redes, de próxima geração, assentarão no conceito da independência das camadas de rede, peça fundamental para se conseguir a necessária convergência pela máxima reutilização das funcionalidades de cada camada.

Nesta realidade futura, a distinção actual das redes de comunicações (móvel, fixa, dados, difusão de radio ou de TV), baseada no binómio infra-estrutura de rede/serviço suportado, não fará qualquer sentido. Espera-se que as futuras redes possibilitem o acesso aos serviços independente da infra-estrutura de rede que permite a conexão.

Falar pois das gerações seguintes B(eyond) B3G, B IMT- 2000, ou falar de NGN, falar de infra-estruturas e serviços que permitam acesso ubíquo e personalizado e provisão de novos serviços, não pode restringir-se a falar tão somente da evolução das actuais redes móveis ou da evolução da actuais redes fixas. Obriga antes a que se fale das redes de comunicações e da sua evolução de um modo lato, incluindo na análise todo e qualquer tipo de rede e todo e qualquer tipo de serviço.

2 Realidade Actual

2.1 Causas

Os Negócios

Tem vindo a assistir-se nas últimas décadas a mudanças drásticas no mundo das telecomunicações, aos mais diversos níveis, passando pelos actores e modelos de negócio, pelos serviços e pela tecnologia.

Factores como a liberalização e globalização do mercado e a convergência de sectores conduziram à fragmentação do negócio, ao aparecimento de novos operadores e a uma mudança de tipo, escala e número dos diversos operadores em cena.

O Utilizador

Mudou também o perfil do utilizador tipo de serviços de comunicações, no que diz respeito às suas expectativas, às suas prioridades e aos requisitos por ele colocados.

O actual utilizador tipo privilegia a mobilidade, a ubiquidade, a personalização, a qualidade de serviço e a segurança no acesso aos serviços, que pretende multimédia e de oferta diversificada **[1,4]**.

Do ponto de vista do utilizador, interessa a possibilidade de, em qualquer instante, em qualquer parte do mundo e em qualquer terminal, ter acesso ao seu ambiente de trabalho e de lazer, de modo simples e transparente, nas melhores condições de conectividade, tanto quanto possível através de um número de identificação único e uma única factura.

Os Serviços

O peso relativo na utilização dos diversos serviços existentes mudou, destacando-se ao nível de comunicação interpessoal o serviço de voz (móvel), o serviço SMS, sobretudo nas redes móveis e os serviços *internet de Email, Messenger e "chat"*.

Ao nível da comunicação de dados assiste-se a uma vulgarização e utilização maciça da Internet e da WWW, que passou hoje a ser a janela preferencial para o mundo substituindo assim a TV com a mais valia, relativamente a esta, da interactividade. Sendo ainda, o acesso a estes serviços, feito maioritariamente via rede fixa, o crescimento do acesso via terminal móvel também aqui é já significativo, embora ainda muito centrado na chamada conectividade de curto alcance.

Relativamente a serviços de entretenimento e lazer, como difusão de TV e Radio, "*pay TV*" e *VoD*, estes são ainda na generalidade fornecidos por redes e estruturas de suporte dedicadas. Têm contudo já um peso significativo nesta gama de serviços, os jogos multimédia interactivos e o acesso a servidores de música e vídeo via Internet.

As Redes

A situação actual ao nível de redes de comunicações caracteriza-se pela grande diversidade e especificidade de tecnologias de suporte e de acesso, com reduzido grau de interoperacionalidade.

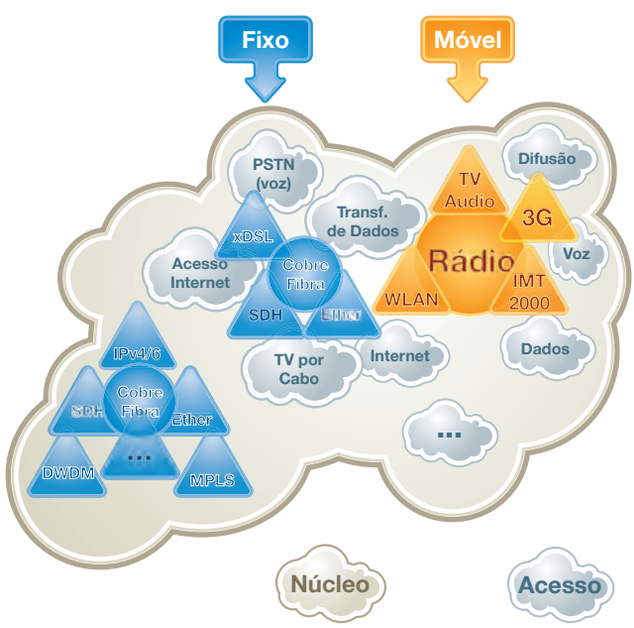


Figura 1 - Infra-estruturas, Redes e Serviços

Rede Fixa

Relativamente às redes de comunicações fixas, elas são caracterizadas, de um modo geral, pela (re)utilização das infra-estruturas de cobre no segmento do acesso (em pares simétricos ou cabo coaxial), dependendo do tipo de serviço suportado pela rede original (voz ou CATV). Estas infra-estruturas são cada vez mais utilizadas para o acesso a serviços Internet de banda larga, através das tecnologias xDSL e *Cable Modem*. Neste segmento de rede a utilização da fibra óptica (FTTB/FTTH) é ainda residual, limitando-se quase exclusivamente à ligação de grandes clientes. A rede de agregação e a rede de transporte são suportadas por infra-estruturas de fibra óptica e tecnologia SDH (podendo suportar-se em DWDM), em topologia de anel ou ponto a ponto. Esta infra-estrutura suporta as redes de comutação de circuitos e de comutação de pacotes, esta última utilizando ainda IPv4 como protocolo de rede. Começa a ser também já utilizada a tecnologia *Ethernet* na rede de agregação e de acesso. Destaca-se o papel crescente da utilização das WLAN, que permitem a partilha e flexibilização da terminação de rede física, adicionando uma capacidade reduzida de mobilidade.

Redes Móveis

Relativamente às redes móveis, coexistem hoje as redes 2G (GSM, IMT 2000, ...) maioritárias (~60%), 2.5G (GSM+GPRS) e finalmente as redes 3G UMTS.

As redes 2G apareceram na década de 90 e suportam serviços de voz e serviços de dados de baixo débito (14,4 a 28,8Kbit/s).

A geração 2.5G introduz o GPRS que vem permitir um aumento de débito para serviços de dados (64Kbit/s)

Com o UMTS (3ª Geração ou simplesmente 3G), para além de um aumento de débito (2Mbit/s), passam a ser suportados serviços de *streaming* de vídeo e áudio.

A primeira versão do UMTS (*Release* 99) apresenta para a rede núcleo (CN), uma arquitectura com duas redes distintas, uma de comutação de circuitos e outra de comutação de pacotes. Este é pois um sistema 3G com uma abordagem tradicional.

A *Release* 5 do UMTS representa uma mudança de filosofia. A arquitectura da rede de núcleo sofre alterações de fundo, passando esta a ser um rede de pacotes, na qual se suportam os serviços de voz e os serviços de dados. A *Release* 5 introduz assim o IMS, e adopta o protocolo SIP.

Os sistemas IMT 2000, normalizados pelo ITU-T e ITU-R, permitem o fornecimento universal de serviços de telecomunicações através de ligações rádio, englobando neste conceito utilizadores quer de rede fixa, quer de rede móvel, numa vasta gama de redes, desde públicas às privadas passando pelas residenciais, entre outras. Relativamente às tecnologias rádio suportadas e sua cobertura, as normas IMT 2000 englobam desde as pico células até aos sistemas de comunicação via satélite. O IMT 2000 tem ainda por objectivo o suporte de serviços multimedia, de *roaming* global e do conceito de VHE (*Virtual Home Environment*)

O IMT 2000 suporta a implementação de redes IMT 2000, mas também a integração de sistemas IMT 2000 na rede fixa, sendo neste caso as funcionalidades especificas das redes móveis como a localização e o *handover* suportadas pela rede fixa (IN).

As redes de difusão TV e Áudio (a partir de estação terrestre ou de satélite), são redes que utilizam recursos rádio, com uma vasta cobertura geográfica, que constituem ainda o principal meio de distribuição de serviços de entretenimento. Estas redes podem dar uma contribuição importante na oferta de aplicações e serviços associados a localização, tais como sistemas de navegação e de informação de tráfego.

2.2 Efeitos

A situação actual permite satisfazer apenas parcialmente e de modo pouco satisfatório as actuais expectativas do utilizador tipo.

Do ponto de vista do operador esta situação acarreta elevados custos de operação e manutenção, e a utilização não optimizada e pouco flexível dos recursos de rede disponíveis.

Do ponto de vista do utilizador este continua a ter necessidade de solicitar o acesso às diversas redes que suportam os serviços que pretende subscrever, os quais não são ainda, de uma maneira geral, oferecidos de forma integrada.

Torna-se imperativo pois evoluir as redes actuais, para um modelo que permita optimizar a utilização de recursos de rede, viabilizar os diferentes modelos de negócio, e satisfazer as expectativas dos utilizadores.

3 Factores e Cenários de Evolução

O utilizador é, mais do que nunca, a razão de ser da existência dos serviços. O utilizador passa a ser considerado o centro do universo, que pode ao nível das suas necessidades de comunicação ser visto como a sobreposição de várias esferas concêntricas sendo a primeira a esfera pessoal, constituída pelos diversos equipamentos com capacidade de comunicação

transportados pelo utilizador (PAN) e a última a ligação à WWW – a presença no "*CyberWorld*", **Fig.2 [3,4]**.

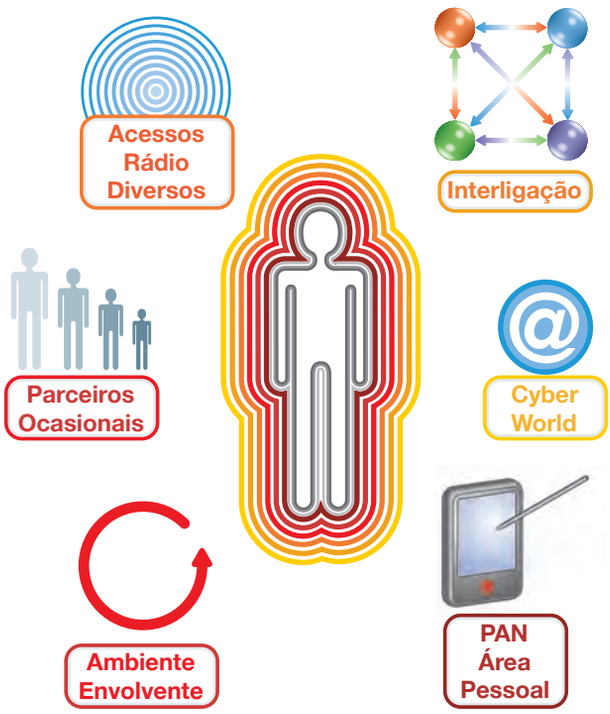


Figura 2 - Modelo Egocêntrico das Futuras Telecomunicações

A satisfação dos requisitos de utilizador e o suporte aos diversos modelos de negócio coloca desafios importantes do ponto de vista dos detentores das infra-estruturas e dos operadores de rede.

A necessidade de, mais do que substituir o presente caos, conseguir tirar partido da sua diversidade, para flexibilizar a oferta universal de múltiplos serviços, e nele impor alguma ordem que permita uma gestão integrada, tem vindo a crescer em toda a comunidade.

A evolução das redes parece ser no sentido da convergência de redes ao nível do transporte com um núcleo IP, e da uniformidade no suporte aos serviços e aplicações. De modo ao permitir a ubiquidade, *pervasiveness*, mobilidade generalizada e *always best connected*, deve ser independente do modo de acesso, suportando diversas tecnologias de acesso.

3.1 Os Conceitos

A NGN/RPG

A chamada Rede de Próxima Geração ou NGN, cujo conceito foi introduzido pelo ITU, é uma rede "de pacotes capaz de fornecer serviços e capaz de utilizar múltiplas tecnologias de transporte de banda larga com QoS e na qual as funções relacionadas com os serviços são independentes das tecnologias de transporte subjacentes." Esta rede permite oferecer aos utilizadores a possibilidade de livre acesso aos diversos fornecedores de serviços. Suporta ainda a mobilidade generalizada que permite uma provisão ubíqua e consistente de serviços.

A rede móvel UMTS é, a partir da R5, e com a introdução do IMS, já uma rede NGN.

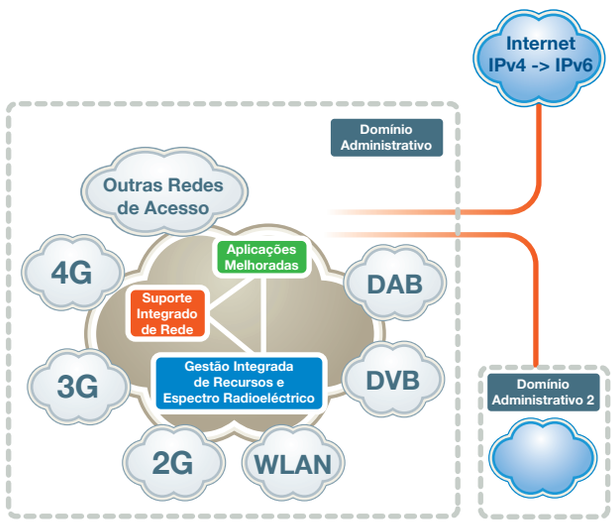


Figura 3 - Cenário de Convergencia em Redes Moveis

3.2 As actividades de Normalização

NGN

O conceito NGN e os trabalhos de normalização associados tiveram origem no ITU-T que na sequência do projecto GII criou em 2002 o projecto NGN (SG13) com um horizonte temporal de dois anos. Este projecto não conseguiu atingir os objectivos propostos. Foi no âmbito do ETSI que se assistiu no decurso do último ano, à recuperação do conceito de RPG ou NGN, em simultâneo com a reactivação dos trabalhos de normalização nesta área a passo acelerado (metas temporais extremamente curtas- 12 meses).

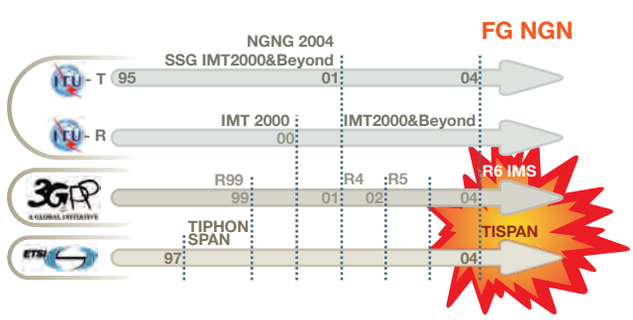


Figura 4 - Convergência de Redes e Normalização

Foi criado um projecto NGN dentro do comité técnico do ETSI, TISPAN, no qual estão activamente envolvidos grandes fabricantes de equipamento e fornecedores de soluções, como (Lucent, Siemens, Alcatel) e alguns

operadores de rede (FT, BT). Este projecto é actualmente o que maior visibilidade e promoção tem tido no âmbito do TISPAN e mais dinamismo tem criado por arrasto na área da convergência fixo-móvel de serviços e redes, constituindo uma referência.

O TISPAN NGN estabeleceu ligações com outros organismos de normalização e fóruns, destacando-se aqui o 3GPP, responsável pela normalização UMTS, o DSL Fórum, e o ITU-T. Estas ligações virão a revelar-se importantes pela discussão alargada e consenso mais generalizado das opções tomadas. Virão ainda a ter como consequência a contemplação de requisitos TISPAN NGN em futuras versões do IMS, adoptado como pedra basilar das redes convergidas e na reactivação no ITU-T dos trabalhos de normalização da NGN . Assim foi criado em Maio de 2004 o *Focus Group* NGN, que herda as incumbências do projecto NGN tendo um horizonte temporal de um ano para produzir resultados.

Beyond 3G, IMT 2000

O conceito B3G, pretende ser uma resposta à necessidade crescente de novos serviços e maior débito no acesso nas redes móveis, suportando a diversidade de sistemas móveis, interfaces radio actuais, no curto médio prazo, e permitindo assim a mais rápida introdução dos novos serviços. Este facto não exclui o desenvolvimento de novas interfaces rádio, que serão introduzidas mais tarde. Esta abordagem é de algum modo também uma abordagem NGN, na medida em que perspectiva um fornecimento de serviços independente do modo de acesso e um transporte *all* IP.

O IMT–2000 é normalizado pelo ITU-R, SG8, WP8F "IMT-2000 and *systems beyond IMT2000*". Este grupo de trabalho está também a estudar os cenários futuros de serviços e redes móveis, tendo produzido uma norma, que constitui uma referência nesta área (ITU-R M.1645)[3]. Esta apresenta uma visão do futuro, com serviços egocêntricos, mobilidade, ubiquidade, *pervasivness* e convergência sobre uma rede *all* IP – um cenário tipicamente NGN.

Os aspectos de novas interfaces radio, novos terminais e gestão do espectro radio eléctrico serão analisados pelo ITU-R mas os aspectos de rede para os sistemas *Beyond IMT 2000* são do âmbito do ITU-T.

O IMT 2000 permite actualmente taxas de transmissão de 2 Mb/s para utilizadores estacionários e 348Kb/s para utilizadores móveis.

Os sistemas B IMT 2000 pretendem disponibilizar 100 Mb/s para utilizadores móveis e 1Gbit/s para utilizadores quase estáticos.

ETSI- TISPAN

O TISPAN é um Comité Técnico ETSI, que resulta da combinação do projecto TIPHON criado em 1997 para estudar VoIP e vindo mais tarde a alargar o âmbito ao suporte de qualquer serviço de telecomunicações sobre IP, e do organismo técnico SPAN.

O TISPAN pretende coordenar praticamente toda a actividade ETSI de normalização da convergência de redes, incluindo a NGN/RPG, abrangendo todos os aspectos fundamentais para estas redes que aparecem enquadrados na sua estruturas sob a forma de grupos de trabalho: Serviços, Arquitectura, Protocolos, Numeração e Encaminhamento, QoS, Testes, Seguran-ça e Gestão de Rede.

Transversalmente a esta estrutura, aparecem os projectos TISPAN, com objectivos específicos, mais detalhados e calendarizados, que corporizam o trabalho de normalização.

Projecto TISPAN NGN

O projecto TISPAN NGN tem por objectivo a normalização de uma rede multi-serviço, multi-protocolo e multi-acesso, baseada em IP.

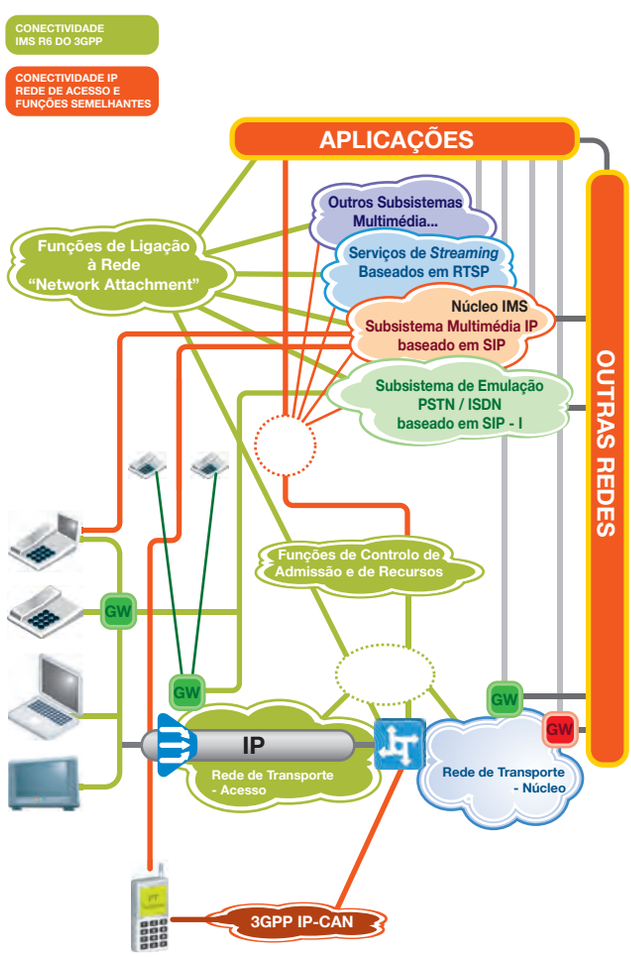


Figura 5 - Arquitectura TISPAN NGN

A arquitectura base RPG do TISPAN, **Fig. 5**, prevê uma camada de aplicações, independente da camada de serviços. Esta última inclui vários subsistemas distintos:

Serviços multimedia IP, baseados em SIP e cujo núcleo é o IMS R6 do 3GPP;
Serviços de *streaming* baseados em RTSP;
Emulação de serviços PSTN/ISDN , baseados em SIP-I;
Outros serviços multimédia

Pertencem ainda à camada de serviços, os subsistemas ANAS e RACS que fazem o controlo da conectividade IP fornecida pela camada de transporte.

A adopção do IMS do 3GPP R6 pelo TISPAN NGN, teve por fundamento a independência da tecnologia de acesso, no acesso aos serviços IMS contemplada nesta versão (R6) e visível no acesso 3GPP via WLAN. Esta independência do modo de acesso virá permitir a reutilização da grande maioria das funções de núcleo do IMS.

O IMS funcionará assim como peça fundamental da convergência de redes.

O IMS para além de estar presente como subsistema que irá suportar serviços interactivos em tempo real do tipo conversação na TISPAN NGN, será também adoptado para modelar a arquitectura funcional do subsistema de emulação PSTN/ISDN que irá assegurar os serviços PSTN/ISDN actuais, para utilizadores desta rede exactamente com o mesmo perfil, ergonomia e terminais (este aspecto será objecto de análise no ponto seguinte).

A primeira versão R1, do TISPAN NGN, que estará disponível em meados de 2005, tem por objectivo específico a convergência fixo-móvel, considerando o acesso xDSL para a rede fixa, o acesso WLAN na rede móvel e tendo por base o 3GPP R6.

Nesta versão são introduzidos os serviços multimédia e o nomadismo (*roaming* controlado pelo utilizador).

Outros modos de acesso e funcionalidades serão incluídos nas versões seguintes.

Assim, a versão 2, prevista para 2006, tem com objectivo específico a optimização da utilização de recursos, de acordo com o perfil do utilizador e a utilização do serviço. Nela está também contemplado o FTTx como tecnologia de acesso na rede fixa.

A versão 3, prevista para 2007, introduzirá o nomadismo total inter-domínios.

Serão considerados nesta versão modos de acesso que permitam disponibilizar grande largura de banda (VDSL, FTTH, WIMax).

Serviços PSTN/ISDN

Num processo de evolução que se pretende de continuidade é necessário assegurar os serviços tradicionais de voz. Este aspecto assume particular importância para os operadores incumbentes. Está prevista uma migração gradual da rede de circuitos para a rede de pacotes; nesse sentido, quer o conjunto de serviços PTSN/ISDN, quer os equipamentos terminais, serão suportados por esta arquitectura, podendo estes últimos estar ligados à PSTN ou à rede TISPAN NGN através de adaptadores de terminal.

Estão previstos dois modos de provisão de serviços tipo PSTN/ISDN na TISPAN NGN R1:

O primeiro, a emulação dos serviços, através dum subsistema de emulação PSTN/ISDN, **Fig. 4** garante toda a funcionalidade existente na PSTN/ISDN, todo o conjunto de serviços existentes e ainda a manutenção dos actuais terminais, substituindo-a de modo transparente para o utilizador. Esta substituição pode ser só ao nível da rede core (já prevista e normalizada pelos ITU-T e ETSI (normalização BICC e SIP-I) ou incluir também as estações locais de comutação.

O segundo consiste na simulação de serviços tipo PSTN/ISDN, fornecidos através do IMS a terminais multimedia na UNI (VoIP), e um conjunto de serviços suplementares. A lógica que preside a este modo de provisão é a de satisfação do utilizador que espera encontrar na nova rede, serviços parecidos àqueles a que está habituado. Neste modo é fornecido um subconjunto de serviços tipo PSTN/ISDN, parecidos mas não idênticos, podendo não ser utilizados os mesmos protocolos de sinalização nem os mesmos modelos de chamada da PTSIN /ISDN.

4 Conclusões

O presente das redes móveis é a diversidade, com a coexistência de 3 gerações de sistemas (2G, 2,5G, 3G).

O presente das redes fixas é a diversidade e pouco interfuncionamento.

O Futuro, *Beyond*...(para além do presente) perspectiva-se de convergência. A convergência dar-se-á ao nível do suporte aos serviços, do controlo, da gestão e do transporte no núcleo, que será *all IP*.

Serão pedras fundamentais no desenvolvimento deste cenário, a adopção da filosofia IMS, do SIP e do protocolo IP, a estrutura de camadas de rede horizontais independentes e a adopção de interfaces abertas para as aplicações e serviços.

O trabalho de normalização para a geração seguinte quer

de redes móveis, quer de redes fixas está a convergir ao nível de conceitos, arquitecturas e aspectos genéricos de implementação.

A normalização, sobretudo o projecto TISPAN NGN do ETSI está a servir de catalisador no processo da criação da NGN, constituindo actualmente este projecto a visão mais abrangente da geração seguinte de redes de comunicações.

5 Referências

[1] ITU-T rec. Q.1702 (06/2002)"Long-Term vision of network aspects for systems beyond IMT-2000"

[2] ITU-T rec. Q.1711 (03/1999)"Network functional model for IMT-2000"

[3] ITU-R rec. M.1645 (2003)"Framework and overall objectives of the future development of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000"

[4] "The Book of Visions 2001- visions of the Wireless World", version 1.0, WWRF

[5] Draft ETSI TR 00001 V<0.2.1> (2004-06)– TISPAN NGN; Release 1: Release Definition

Teresa Almeida

É licenciada em Física Aplicada à Óptica e Electrónica, pela FCUP, 1986.

De 1987 a 1989 foi bolseira da JNCIT, em C&T, no LIP e integrou a equipa DELPHI, no CERN.

Desde 1989 colaboradora da PTIn, especializou-se em redes ópticas DWDM, fazendo parte desde 2003 do grupo Redes de Banda Larga, Área Experimentação e Selecção de Tecnologias.

Participou em vários projectos nacionais e internacionais, estando actualmente a colaborar no projecto MUSE e na Rede de Excelência E-NEXT, do sexto Programa Quadro Comunitário.

É autora e co-autora de várias publicações.

Francisco Fontes

Licenciou-se em Engª Electrotécnica e de Computadores, Ramo de Electrónica e Telecomunicações, pelo Instituto Superior Técnico (Set/91) e obteve o seu PhD pela Universidade Politécnica de Madrid (Nov/00) na área de gestão distribuída de redes de telecomunicações.

Em Set/91 iniciou a sua actividade profissional 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 de pacotes multiserviço e na sua evolução para a introdução de IPv6 e para cenários *All-IP*.

António Gamelas

Frenando Bastos

Helder Alves

João Mota

Telma Mota

QoS, GESTÃO DE SLA E *PROBING* NÃO INTRUSIVO EM REDES DE NOVA GERAÇÃO: VoIP E MÓVEIS 3G

Altaia, ARQoS, Qualidade de Serviço, SLA

O presente artigo propõe uma solução de QoS (*Quality of Service*) global que inclui um conjunto de sistemas de *probing* (intrusivo e não intrusivo) e gestão de SLA (*Service Level Agreement*), todos interligados, por forma a permitir ao operador definir, monitorar e garantir os níveis de qualidade de serviço estabelecidos com o cliente. Inclui a obtenção de estatísticas de utilização, relevantes nas tomadas de decisão para opções de negócio, bem como de informação sobre o actual dimensionamento da rede, auxiliando o seu planeamento e exploração comercial. Contribui também para a optimização da rede, numa perspectiva de operação e manutenção, reduzindo os custos associados e aumentando os respectivos proveitos.
Dentro deste contexto, é descrita uma solução PTIN, baseada nos sistemas Altaia e ArQoS, e abordada a sua aplicabilidade em cenários de redes VoIP e móveis 3G.
O objectivo final é garantir do cumprimento de SLA e despiste de anomalias (ou vulnerabilidades que possam transformar-se em anomalias), a ter simultaneamente em conta a obtenção de indicadores relevantes no apoio ao processo de decisão. Toda a solução é integrável num mapa de processos com sistemas de *Component Service Provision* e *Revenue Assurance* (análise de eventuais reduções das perdas de receita, intrínsecas a processos de *billing* desajustados) do portefólio da PT Inovação.

1 Introdução

Para além das funcionalidades globais de âmbito comercial e de relacionamento com o cliente, os operadores de telecomunicações procuram também ferramentas que lhes permitam avaliar e controlar o salto tecnológico, que já efectuaram, ou que se encontram em vias de efectuar, concretizado na passagem da operação baseada em modo de circuito, para a operação baseada em modo de pacote. As pressões exercidas pelos fabricantes, bem como o aumento do tráfego expectável para as novas comunicações de dados, a tal o obrigam, pelo que a tendência parece ser irreversível. No caso das redes móveis, o referido salto é já um facto, tendo-se assistido à introdução do GPRS, há já algum tempo, e mais recentemente do UMTS, enquanto que no caso das redes fixas, é esperada a introdução do serviço público VoIP, dentro do âmbito da RPG, de uma forma progressiva, que se pretende naturalmente controlada. É neste contexto que o presente artigo se enquadra, propondo uma abordagem de gestão baseada em sistemas da PT Inovação.

No capítulo 2 e 3 serão caracterizadas as redes e as interfaces das redes móveis 3G e VoIP, respectivamente. No capítulo 4 serão descritos os parâmetros de qualidade de serviço e os mecanismos de *probing*. No capítulo 5 é feita uma breve descrição da problemática de gestão da qualidade de serviço e de SLA. No capítulo 6 é descrita a solução da PT Inovação, baseada nos sistemas Altaia e ArQoS. Finalmente serão enumeradas as conclusões deste artigo, onde se perspectiva uma solução de QoS Global.

2 A Rede Móvel e as Interfaces 3G

No presente capítulo, fornecer-se-á um breve tutorial acerca da arquitectura das redes móveis, sendo abordadas em primeiro lugar, as redes da família GSM, i.e., GPRS e UMTS. Posteriormente, e ainda dentro do âmbito das redes móveis, far-se-á também uma breve alusão às redes CDMA2000. Na abordagem efectuada, indicar-se-ão as interfaces a monitorar de forma a atingir os objectivos pretendidos para o sistema proposto.

2.1 Contexto GPRS

Para o operador de telecomunicações, a introdução do GPRS permitiu uma primeira aferição da reacção dos clientes aos novos serviços de dados, nomeadamente ao acesso à Internet que passou a ser possível a velocidades substancialmente superiores às oferecidas na geração 2G do GSM, bem como efectuar um primeiro levantamento dos problemas operacionais associados a estes novos tipos de tecnologias, i.e., o GPRS foi entendido como um balão de ensaio para o UMTS.

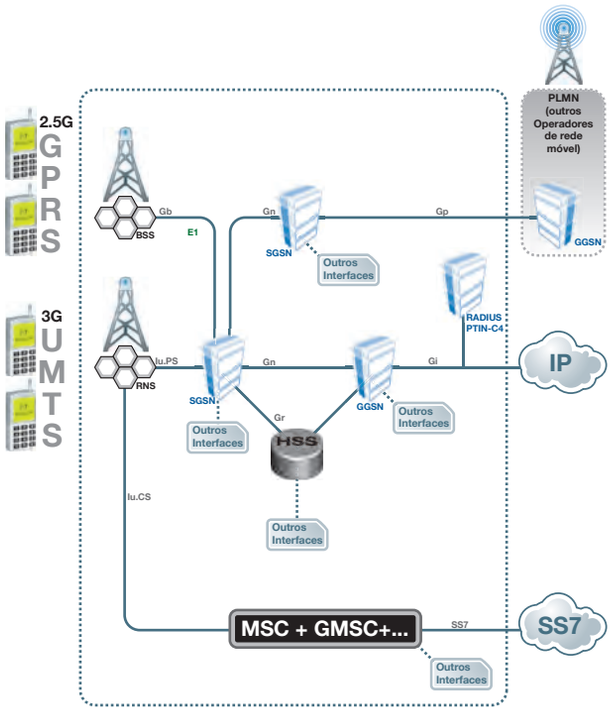


Figura 1 - Arquitectura de Referência para as Redes GPRS e UMTS

A fim de concretizar estes conceitos, a norma 3GPP TS 23.060 **[1]** define a arquitectura de referência deste tipo de rede, em conjunto com a da rede UMTS. Nela podem ser identificados, de forma implícita ou explícita novos elementos de rede. Em primeiro lugar, o PCU (*Packet Control Unit*) o qual, embora não indicado explicitamente, se encontra associado ao tradicional elemento BSC das redes 2G, e que encaminha os serviços de dados extremo a extremo sob a forma de pacote, para o novo *backbone* IP. Nesta nova rede, pontificam novas entidades, SGSN e GGSN, que vêm substituir os comutadores de circuitos MSC das redes 2G, e que mais não são do que *routers* de uma rede IP normal. Em termos de funções adicionais, o SGSN efectua a *interface* com os MSC da rede GSM em comutação de circuitos, enquanto que o GGSN efectua a *interface* com as redes externas de pacotes, e.g. Internet ou X.25. Para além destes, continuam a existir, e a desempenhar as mesmas funções, a BTS e o BSC, embora com *upgrade* de *software*, bem como o HLR e o AuC, contemplando agora novas chaves de encriptação. Finalmente, é de referir uma entidade adicional, o CGF, que concretiza novas funcionalidades de *billing* que se tornaram possíveis neste tipo de redes, face ao facto das comunicações se concretizarem através de sessões de dados.

Nesta arquitectura, a solução da PT Inovação baseia-se na monitoria das interfaces Gn/Gp e Gi, de forma a implementar a sua gestão.

2.2 Contexto UMTS

A introdução da rede UMTS, tendo ocorrido mais recentemente, constituiu mais um passo rumo ao funcionamento *all* IP. Em termos de oferta de serviços

de banda larga, a gama passa a ser mais vasta, uma vez que se podem teoricamente atingir velocidades da ordem dos 2 Mbps, o que permite a concretização de aplicações de vídeo.

Deste modo, para além da rede *core* ser implementada por um *backbone* IP, também a rede de acesso, formada pelos *Nodes* B e pelos RNC na figura abaixo indicada, passa a ser baseada na nova tecnologia W-CDMA.

Por sua vez, a *interface* rádio, entre os equipamentos terminais e os *Nodes* B, passa a ser concretizada num espectro de frequências completamente diferente. Mais uma vez, no sentido de concretizar as funcionalidades a que se propõe, a solução proposta deve fazer a monitoria das interfaces Gn/Gp e Gi.

2.3 Contexto CDMA2000

Nesta secção, far-se-á uma breve referência a outro tipo de redes, doravante genericamente designadas por CDMA, atendendo à tecnologia que as suporta na interface rádio. A referência fica a dever-se ao facto deste tipo de redes ser o utilizado no Brasil, bem como noutros países da América Latina, e que têm de merecer uma particular atenção face à magnitude do número de clientes envolvido e à relevância para o Grupo PT no seu conjunto.

Tal como se passou nas redes de tecnologia GSM, também as redes CDMA estiveram e estão sujeitas a uma evolução contínua, em que se foram introduzindo melhoramentos tecnológicos que permitiram desempenhos mais eficazes, nomeadamente em termos de velocidades de transmissão, o que possibilitou a introdução de serviços cada vez mais aliciantes.

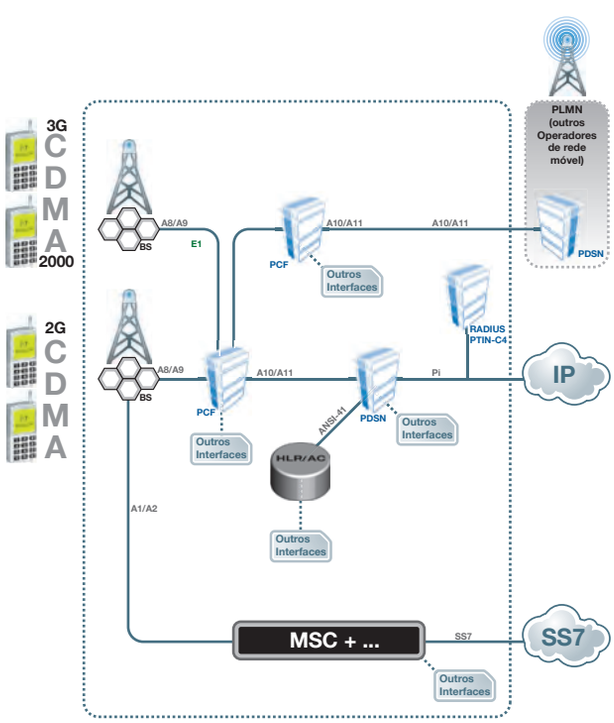


Figura 2 - Arquitectura de Referência para as Redes CDMA

No sentido de concretizar as funcionalidades abaixo descritas, a solução proposta pela PT Inovação monitora as interfaces A8 e A9, com funções idênticas às das interfaces Gb e IuPS do GSM, bem como a correspondente interface de acesso ao HLR, e ainda as interfaces A1 e A2, com funções idênticas à da *interface* IuCS. Adicionalmente, as *interfaces* A10 e A11, com funções similares às das *interfaces* Gn/Gp do GSM, e a interface Pi, com funções semelhantes às da *interface* Gi, deverão ser também monitoradas. É de referir que as *interfaces* das redes CDMA são indicadas aos pares, devido ao facto de, neste tipo de redes, o plano de sinalização e o plano de transmissão de dados se encontrarem em *interfaces* distintas.

3 A Rede e as Interfaces VoIP

Actualmente, existem duas diferentes abordagens tecnológicas para as redes VoIP: A proposta pelo ITU-T, que readaptou e evoluiu as suas normas de sinalização, dando origem ao H.323, e a do IETF, que surgiu já numa fase posterior, e baseou a sua abordagem num protocolo simples, similar ao HTTP, com enquadramento na sua tradicional família de protocolos IP, dando origem ao SIP. Estes dois protocolos são significativamente distintos, sendo unicamente possível garantir alguma interoperabilidade ao nível do transporte de voz, isto pelo facto do ITU-T ter incorporado o protocolo RTP do IETF no seu H.323.

Apesar de não ser ainda evidente qual das aproximações se irá tornar a mais utilizada, o SIP aparenta algumas vantagens pelo facto de ter sido totalmente definido de raiz numa fase posterior ao H.323, assim como por ter sido adoptado pelo 3GPP bem como por alguns dos actuais grandes fornecedores de tecnologia VoIP (Cisco, Microsoft, etc.)

Neste cenário, tenderá a ser cada vez maior o número de telefones em tecnologia IP, a trocarem sinalização SIP e/ ou H.323 com a rede , e a transportarem voz sobre o protocolo RTP. A interligação com as redes tradicionais SS7 é efectuada por *Media Gateway* + *Signalling Gateway* no caso do SIP, enquanto que por H.323 *Gateway* no caso do H.323.

4 Qualidade de Serviço e Mecanismo de *Probing*

Qualidade de Serviço

A qualidade de serviço duma rede poderá ser analisada a dois níveis: quer por parâmetros de rede (indicadores de QoS), quer pela análise de *performance* dos serviços disponibilizados pela mesma. Ao nível dos indicadores, e

tratando-se de redes IP, poderão ser registadas medidas de *delay, jitter e loss* (medições *one way e round trip*), bem como o débito de transmissão. No âmbito dos serviços, podem também dispor-se de indicadores gerais (taxa de sucesso no acesso ao serviço, tempo de resposta ao pedido de acesso ao serviço, percentagem de transacções bem sucedidas, etc.) assim como de outros de âmbito específico do serviço em análise. É ainda comum inferir um conjunto de indicadores com base nos protocolos que transportam a informação na rede, nomeadamente as causas de sucesso/ insucesso, bem como dos diversos elementos de informação presentes.

Mecanismos de *Probing*

As redes de nova geração vêm substituir as tradicionais arquitecturas de comutação de circuitos pela comutação de pacotes, sendo os conteúdos e sinalização associada embebidos nas diversas pilhas protocolares que suportam todo o tráfego, em função da respectiva localização na rede (*core* e acesso), tendencialmente quase tudo sobre IP.

Para aferir da qualidade de serviço de uma rede de nova geração (móvel 3G e/ ou VoIP), podem seguir-se duas abordagens, cada uma com as suas vantagens: *probing* intrusivo, *probing* não intrusivo.

O *probing* intrusivo é baseado na simulação de terminais de Cliente, em ensaios extremo a extremo, permitindo uma avaliação da rede numa perspectiva equivalente à experimentada pelos clientes. É caracterizado pelos seguintes aspectos:

Teste da QoS na rede por um processo extrapolativo, já que não pode por si só garantir que os clientes experimentam o mesmo nível de performance que a *probe*
Teste de serviços
Testes de carga
Teste ao processo de facturação
Testes às redes concorrentes, incluindo interoperabilidade, bem como todos os testes anteriormente descritos

O *probing* não intrusivo é baseado na colocação de *probes* no interior da rede do operador, desde o acesso até o *core*, normalmente instaladas em pontos que, no seu conjunto, permitem visualizar todos os dados trafegados por qualquer um dos seus clientes.

É caracterizado pelos seguintes aspectos:

Análise do nível de *performance* dos dados efectivamente enviados e recebidos pelo cliente, quer ao nível de rede (ex. parâmetros IP) quer aplicacional (ex. serviços RTP, HTTP), bem como da sinalização associada ao transporte dos mesmos no interior da rede do operador (ex. GTP, RADIUS, SIP), onde para além da informação presente nos diversos elementos de informação se encontram presentes as causas de sucesso ou insucesso. Este processo permite verificar o cumprimento efectivo de SLA.
Despiste de anomalias, através da verificação e correlação de dados em diferentes interfaces ao longo de um trajecto;
Ensaio ao processo de facturação;
Disponibilização de estatísticas de tráfego, porventura relevantes nas tomadas de decisão em futuras opções de negócio, bem como de informação sobre o actual dimensionamento da rede.

É ainda possível implementar topologias de teste que incluam em simultâneo os dois mecanismos de *probing* anteriormente descritos, num cenário misto, onde para além das funcionalidades já descritas em cada um dos casos anteriores, existe a vantagem do despiste de anomalias através da verificação e correlação de dados em diferentes interfaces ao longo de um trajecto, com padrões de teste propositadamente gerados para o efeito.

5 Gestão de QoS e SLA

5.1 Introdução

A gestão das várias soluções existentes num operador de telecomunicações, é caracterizada por uma diversidade de processos, que para além de ter de harmonizar todo um conjunto variado de tecnologias e de funções (tais como a provisão, os alarmes, o desempenho e a contabilização), que constituem preocupações de gestão horizontais aos processos, tem também de considerar todos os aspectos de harmonização numa perspectiva de hierarquização a vários níveis de abstracção (rede, serviços, clientes) correspondendo a uma interligação vertical dos processos. Neste contexto qualquer solução de gestão deve pois ser enquadrada nesta matriz de referência de processos, para melhor enquadrar os seus objectivos e interrelações com os processos envolventes. Uma das matrizes de processos aceite e normalmente adoptada pelos sistemas de gestão foi definida pelo *TeleManagement Forum* (TMForum),

designada por eTOM (*Enhanced Telecom Operations Map*).

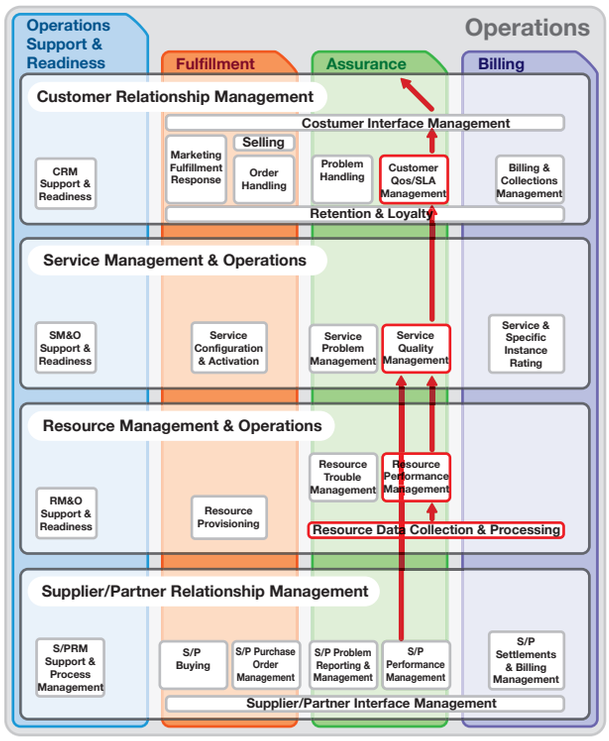


Figura 3 : Mapa de Referência eTOM 3-5 – TM Fórum

Neste enquadramento a solução Altaia + ArQoS endereça um conjunto de processos na área de *Service Assurance*, ou seja de garantia de serviço, englobando processos ao nível dos recursos (ou elementos de rede e de rede), de serviço (qualidade de serviço – QoS) e de cliente (gestão de acordos de serviço - SLA) .

5.2 Indicadores

Para atingir estes objectivos, e tendo em conta uma arquitectura TMForum e as noções nele expressas, podemos dividir a gestão destes indicadores a 3 níveis, **figura 4**:

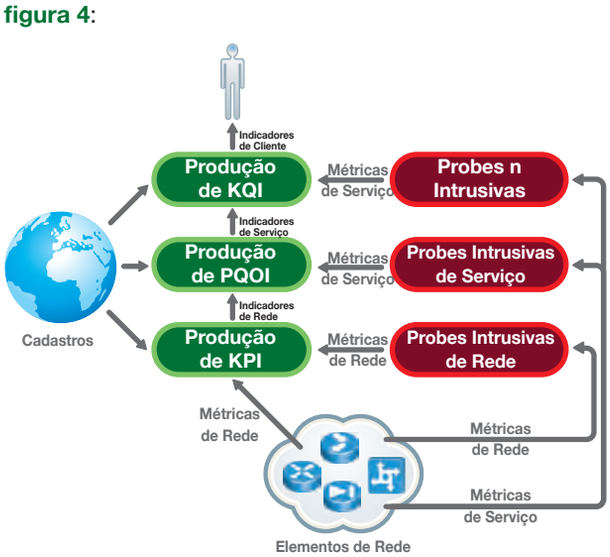


Figura 4: Gestão de Indicadores de Qualidade

Indicadores de Rede, ou *Key Performance Indicators* (KPI)
Indicadores de Serviço, ou *Key Quality Indicators* (KQI)
Indicadores de Cliente, ou de Produto, ou *Product Key Quality Indicators* (PKQI)

Estes indicadores podem ser calculados a partir de métricas (contadores, medidas efectuadas, etc.) recebidas directamente dos elementos de rede, ou caso não seja suficiente, obtidas a partir de sistemas externos de *probing*, quer de forma intrusiva, quer de forma não intrusiva.

Neste contexto podemos identificar basicamente duas famílias de produtos: um conjunto de sistemas que efectuam a vários níveis a colecta e produção de indicadores de qualidade de serviço; um conjunto de sistemas que paralelamente efectuam a produção de métricas adicionais, que a rede não disponibiliza, para poder alargar o número de variáveis disponíveis na produção dos indicadores, e efectuam a gestão dessas mesmas métricas. É neste contexto que surgem os sistemas ArQoS, para o primeiro caso e o Altaia para o segundo.

5.3 Níveis de SLA

Um SLA representa tipicamente um contrato entre o cliente e o operador. Um SLA tem vários parâmetros contratuais, entre os quais, parâmetros de qualidade de serviço (QoS); ao conjunto de parâmetros de QoS para um serviço chama-se SLS (*Service Level Specification*). Os valores especificados em contrato podem ser tipificados de várias formas:

Classes de nível de serviço (e.g. Video Gold),
Caracterização mais detalhada de serviço (e.g. Vídeo, MPEG4, 25fps, CIF),
Caracterização detalhada dos parâmetros de rede (e.g. *delay, jitter, loss*),...

A monitorização da rede é essencial para garantir o cumprimento do contrato e suportar o operador no planeamento estratégico. Deste modo, qualquer outro nível que não o de rede deve ser sempre mapeado em parâmetros de rede, explicitamente referidos em contrato ou, implicitamente atribuídos pelo operador.

A largura de banda, apesar de não ser considerada genuinamente um parâmetro de QoS, é sem dúvida um dos parâmetros mais importantes no contrato do cliente, fazendo por isso muitas vezes parte do SLS.

Cada SLS pode ainda ser subdividido em SLO (*Service Level Objective*) (Modelo OSS do Java) (Ver **Figura 5**); um SLO, ou um objectivo de serviço, não é mais do que uma das condições / objectivo especificadas em contrato (e.g. 1ms<*delay*<5ms). Assim, cada condição expressa no SLO deve ser confirmada, através de medidas recolhidas periodicamente (e.g. 5 minutos) pelos equipamentos de gestão e comparadas com os valores de referência especificados no contrato (expressos sob a forma de limiares ou *thresholds*). Cada condição é, desde modo, validada; caso não seja respeitada deve ser gerado um alarme de violação com uma determinada gravidade (e.g. *Delay*=5 ms -> *Warning*, 5>*Delay*<6ms -> *Minor, Delay*= 6 -> *Major, Delay*>10ms -> *Critical*).

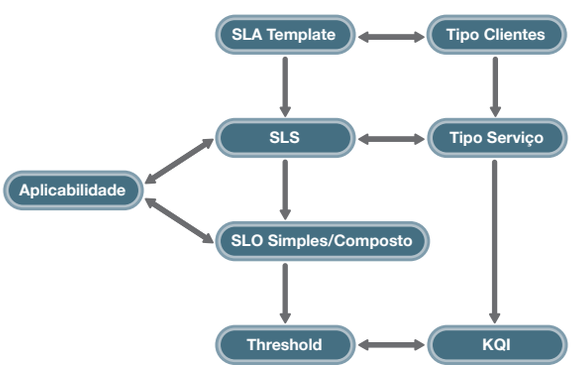


Figura 5: Modelo de SLA

Os indicadores referidos em contrato são, normalmente, definidos por serviço ou tipo de serviço e, por cliente ou grupo de clientes (e.g. Residenciais: SLO_5m_MMS_*DeliveryRate* >90%, ou seja a taxa média de entrega de MMS para os cliente residenciais deve ser superior a 90%). Este indicadores podem ter correspondência directa em KQI de serviço ou, ser inferidos a partir de KQI de rede (e.g. perdas).

Resumindo, no contrato constam SLO que correspondem a indicadores ou KQI de serviço, podendo o serviço ser de baixo nível, ou seja, de rede (e.g. ligação de 64 kbps) ou de alto nível (e.g. MMS).

Num sistema de gestão de rede afere-se o estado da rede a partir de indicadores de baixo nível enquanto que num sistema de gestão de serviço e SLA afere-se a saúde dos serviços contratados e o cumprimento ou violação do contrato. No entanto, muitas vezes é possível inferir a partir dos indicadores de rede, o estado dos serviços. A rede deve, portanto, ser monitorada periodicamente, para que a partir de indicadores de baixo e alto nível o operador possa controlar SLA por serviço e por cliente.

6 As Soluções Altaia e ArQoS

6.1 Altaia

O Altaia é uma plataforma de gestão que serve actualmente de base para a implementação de um conjunto de sistemas, nomeadamente, nas soluções de desempenho da rede ADSL, ATM, IP e Cabo; nas soluções de gestão de desempenho e qualidade de serviço de redes móveis. Encontra-se actualmente a gerir o desempenho das redes da PT Comunicações e das redes da Vivo.

A plataforma está distribuída por 3 níveis de acordo com o modelo eTOM: o nível de rede com o Altaia *Network Performance*; o nível de serviço com o Altaia SQM; e o nível de cliente, com o Altaia SLA, **Figura 6**.

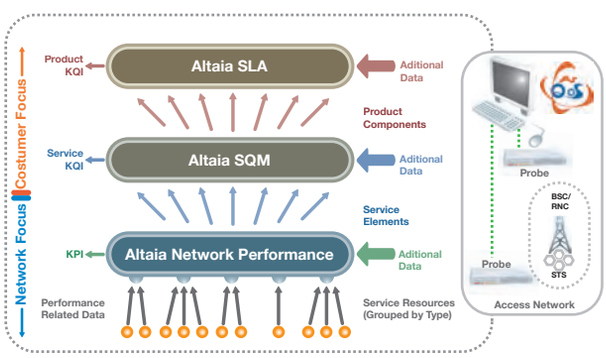


Figura 6 : Níveis de Gestão Altaia

O Altaia Network Performance permite a definição e construção de um conjunto de KPI, a partir de métricas de rede, que dão uma indicação de desempenho ao nível de tráfego, utilização, disponibilidade, carga, qualidade e erros. Exemplos de KPI são:

Tráfego de Entrada e de saida média (por interface de rede, por zonas, por tecnologias.

Tráfego de entrada e de saída na HMC

Nº de Erros por NE (totais e máximos)

Atrasos na rede

Variação do Atraso na rede (jitter)

Perdas de pacotes

O Altaia SQM permite gerir os KQI, obtidos a partir da combinação de KPI e de métricas de serviço (disponíveis quer em alguns elementos de rede, quer a partir do

ArQoS), que fornecem indicadores da qualidade dos serviços. No caso do sistema de probes ArQoS, este fornece um conjunto de métricas adicionais de qualidade extremo a extremo da rede. Estas métricas obtidas por amostragem intrusiva possibilitam um universo mais amplo de métricas disponíveis, sendo possível desta forma enriquecer a gama de KQI disponíveis. Os KQI, tipicamente em menor número que os KPI, encontram-se nalguns casos padronizados (como é o caso da rede 3G). Este nível de serviço permite aos utilizadores uma gestão da rede independente dos elementos constituintes da rede. Exemplos de KQI são:

Disponibilidade do serviço

Taxa de sucesso de utilização

Duração média de um serviço

Nº de sessões por tipo de serviço

Volume de informação médio por serviço

O Altaia SLA permite gerir o nível de cliente e de produto. Este nível é construído a partir dos indicadores dos serviço (KQI) e de informação adicional, nomeadamente informação de cliente (SLA de cliente) e de utilizadores (provenientes por exemplo de *probes* não intrusivas). Estes dados permitirão a definição de PKQI, que identificarão para cada cliente o estado de conformidade face aos produtos contratados.

6.1.1 Arquitectura Interna

A arquitectura modular da plataforma ALTAIA (**Figura 7**). Compreende um conjunto de blocos, interligados por um BUS J2EE, tornando a plataforma facilmente escalável e integrável em qualquer cenário de operação. Os principais blocos são:

Performance Inventory

Responsável pela gestão de cadastro das entidades de rede e dos serviços para suporte aos restantes blocos. Está suportado num metamodelo em XML que possibilita a gestão de qualquer tipo de rede, sem a necessidade de alteração do modelo de informação de base.

Performance Collector

Conjunto de módulos de colecta possibilitando o interface com várias tecnologias (ex. SNMP, FTP - ASCII, BD). Possibilita a colecta de métricas dos elementos de rede, para análise posterior. Obtém informação da estrutura de dados a colectar a partir do módulo *Performance Inventory*.

Performance Metrics

Definição e processamento de métricas a partir de dados colectados, para criação de KPI e KQI. Permite a definição de fórmulas matemáticas, e a sua execução em tempo real.

Performance Threshold

Permite a configuração de valores e curvas de limiar para notificação de alarmes de violação. Possibilita a detecção de situações de degradação dos indicadores de qualidade. Este módulo é baseado num metamodelo em XML, sendo integrado com qualquer modelo de dados do inventário.

Performance Alarms

Possibilita o processamento, correlação e apresentação dos alarmes de desempenho gerados pelo sistema. É este bloco o responsável por enviar alarmes para sistemas de gestão de falhas externos, onde o Altaia esteja integrado.

Performance Reporting

Armazenamento e apresentação de medidas e contadores sob a forma de relatórios. Os relatórios estão acessíveis *on-line*, em qualquer posto cliente, a partir de um simples *web browser.*

Toda a plataforma está desenvolvida em Java, com modelos estruturados de acordo com definições em XML, podendo operar nos principais tipos de plataformas computacionais.

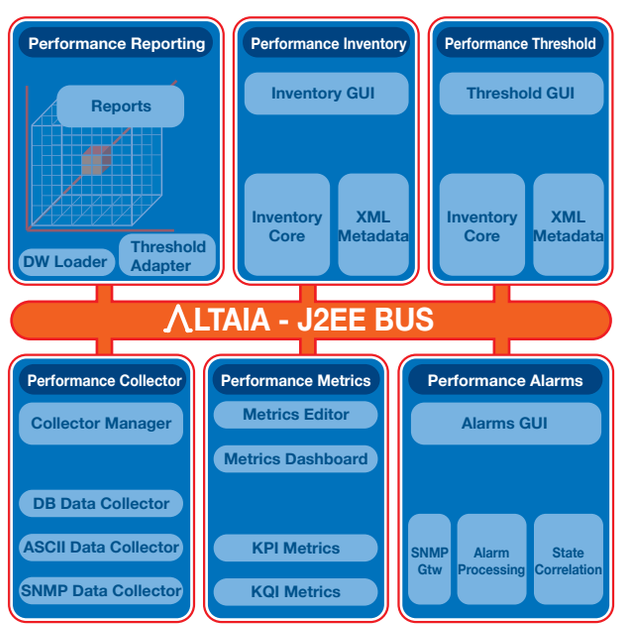


Figura 7: Altaia – Arquitectura Interna

6.1.2 Gestão de SLA no Altaia

A gestão de SLA no Altaia é efectuada em 4 fases, a partir dos componentes descritos acima, nomeadamente:

A - Definição dos SLA e seus componentes

Em primeiro lugar é necessário definir os templates de SLA, os SLS e associá-los aos Clientes e Serviços. Esta operação é apoiada por um metamodelo de dados em XML e gerida pelo *Performance Inventory*.

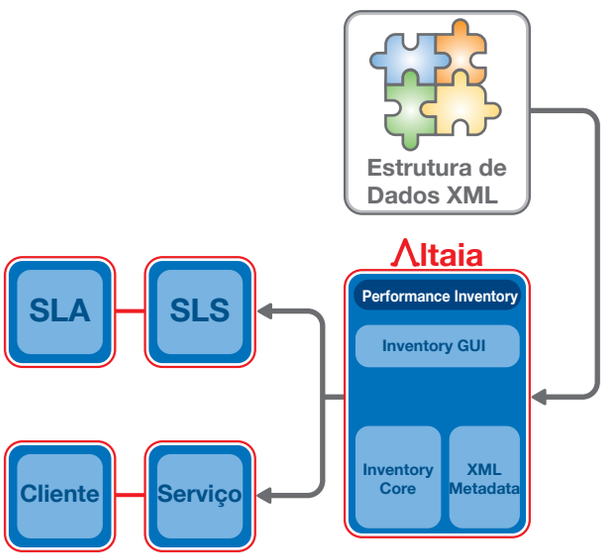


Figura 8: Definição de SLA

B – Definição e Colecta de Métricas

É necessário identificar os indicadores provenientes de sistemas de observação de utilização de serviço (*probing* não intrusiva) e colectados a partir do *Performance Collector*. Esses indicadores são os elementos intervenientes nas fórmulas de definição dos KQI e PKQI.

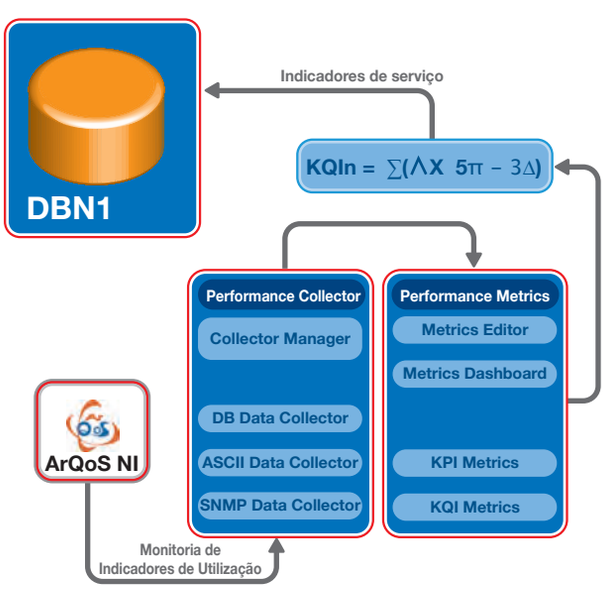


Figura 9: Definição e Colecta de Métricas

Estas fórmulas são editadas e processadas a partir do *Performance Metrics*, sendo as métricas armazenadas numa Base de Dados de histórico (DBN1). Este módulo é responsável por manter um dicionário de métricas.

C – Limiares e Alarmes

Por cada métrica são configuradas curvas de limiares objectivo (SLO), que representam o valor expectável. As configurações e processamento de violação de limiares são efectuadas pelo módulo *Performance Thresholds*. Os dados de limiares podem ser inseridos manualmente, ou ser obtidos automaticamente a partir de análises estatísticas dos dados em histórico. Finalmente em caso de violação são gerados alarmes a partir do *Performance Alarms*, e efectuada a respectiva gestão de estados dos vários componentes (SLO, SLS e SLA).

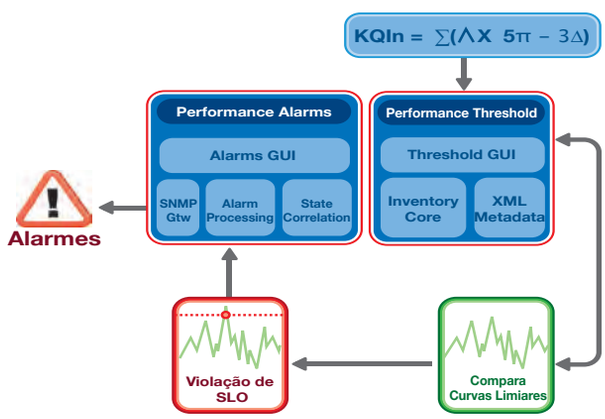


Figura 10: Limiares e Alarmes

D – Relatórios de SLA

No sistema são previamente configurados um conjunto de relatórios de SLA a disponibilizar para os clientes. Esses relatórios baseiam-se nos respectivos SLS, SLO e histórico de Métricas (KQI e PKQI). Cada cliente tem acesso ao conjunto de relatórios que detalham a qualidade de serviço analisada pelo sistema.

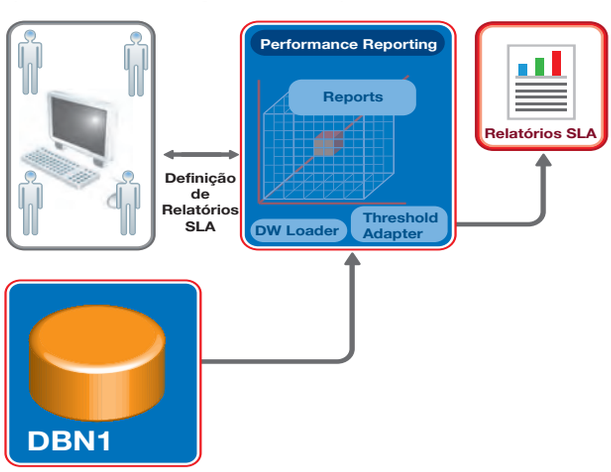


Figura 11 – Relatórios de SLA

6.2 ArQoS

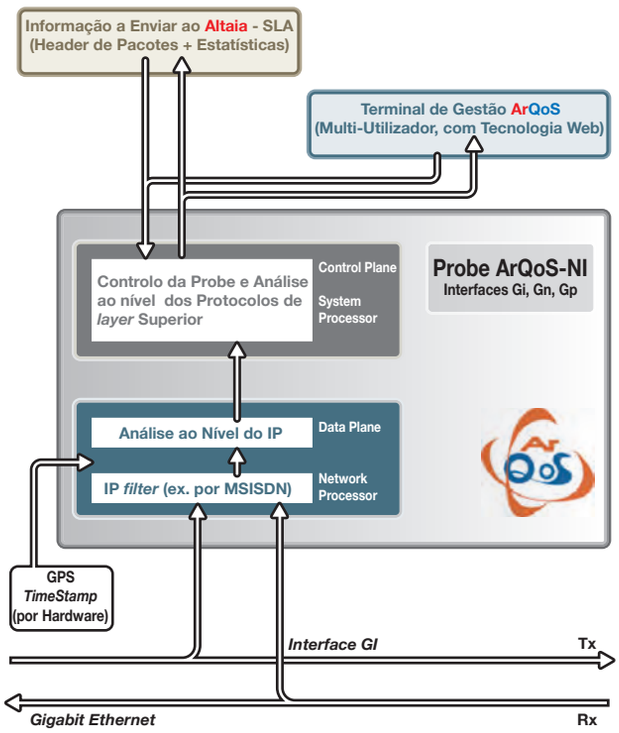


Figura 12 : Arquitectura ARQoS

ArQoS é o sistema de *probing* da PTInovação, dedicado à análise automática do desempenho da QoS em redes de telecomunicações (fixo, móvel e IP), bem como dos serviços disponibilizados pelas mesmas. Consoante o tipo de aplicação, poderá integrar *probes* e intrusivas e não intrusivas.

As *probes* são geridas por uma aplicação de gestão (servidor ArQoS), que disponibiliza *interfaces* multiposto em tecnologia *Web*, onde se incluem os diversos domínios de *probes*.

O ArQoS, na versão de *probing* intrusivo, foi já apresentado no número 1 da revista Saber & Fazer em Telecomunicações. O que se pretende agora descrever, com o detalhe possível num artigo desta natureza, é a mais recente tecnologia de *probing* não intrusivo, actualmente em desenvolvimento no âmbito desta solução.

Tendo por base a necessidade de verificação de SLA, detecção de anomalias e recolha de estatísticas para suporte ao negócio, a solução ArQoS integra na sua arquitectura de *probing* não intrusivo um conjunto de *probes* especificamente vocacionadas para as redes de comutação de pacotes, com relevância para as redes móveis 2,5 e 3G (contexto GPRS, UMTS e CDMA2000), bem como para as redes IP (contexto VoIP).

A *Probe* ArQoS-HiP é constituída por um *Network Processor* (*Gigabit Ethernet*), ao qual se encontra acoplado um processador com elevada *performance*. Esta configuração permite a implementação de até 10.000 filtros para análise, em tempo real, da informação que circula em interfaces *Gigabit Ethernet* (ao nível do IP).

As *probes* ArQoS usam sincronismo por GPS, característica que permite uma elevada precisão na data/ hora usada na marcação dos pacotes capturados. Para além do GPS, foi ainda necessário salvaguardar uma elevada precisão no processo de *time stamping*, por forma a garantir um *delay* idêntico em todos os processos de marcação. Para este efeito, a inserção da data/ hora GPS é efectuada por lógica programável, em vez de deixar esta tarefa a cargo do sistema operativo da *probe*. A precisão é assim um factor essencial para os posteriores processos de correlação de informação oriunda de diferentes *probes*, tanto mais quando se tratam de *interfaces Gigabit Ethernet* (também compatíveis 10/ 100 Mbit/s).

As *probes* ArQoS implementadas segundo a arquitectura da figura anterior podem funcionar como intrusivas ou não intrusivas (IP-*Probes*), sendo neste caso o *software* instalado nas mesmas a definir a sua aplicabilidade. Na tabela que se segue, encontra-se um sumário dos dois tipos de *probes* (*hardware*) actualmente disponíveis no sistema ArQoS:

Hardware	Interfaces a Analisar
ArQoS-CSN	*Probing* intrusivo nas redes Euro-ISDN, PSTN, GSM, GPRS, UMTS, CDMA2000, TDMA, AMPS, ...
ArQoS-HiP	*Probing* intrusivo nas redes IP, aos protocolos SIP, H.323, RTP, ...
	Probing não intrusivo nas redes IP, à informação de cliente e protocolos RADIUS, GTP, DHCP, GRE, A11, RTP SIP, MGCP, Megaco/ H.248, H.323,...

O sistema ArQoS é compatível com outros sistemas da PTInovação, tais como o Altaia, Proteus e AGORA NG-CSP, que no conjunto providenciam uma solução para a gestão global da QoS (ver **capítulo 6.4**).

6.2.1 Solução para as Redes Móveis 3G

Para o *core* e acesso das redes móveis 3G, o ArQoS dispõe de uma arquitectura de *probing* não intrusivo, numa solução facilmente escalável face ao número de clientes dos quais se requer análise simultânea (colocação de várias *probes* no mesmo ponto de monitoria). Nas tecnologias GPRS/ UMTS as *probes* serão ligadas às *interfaces* Gn, Gp e Gi,

enquanto que no caso do CDMA2000 estas serão ligadas às equivalentes *interfaces* A10, A11 e Pi. A partir das *interfaces* supracitadas, poderá ser colectada toda a informação dos clientes cuja monitoria fora previamente configurada. A figura que se segue representa as arquitecturas de probing simplificadas para as redes GPRS/ UMTS e CDMA2000, onde se inserem as *Probes*, servidor ArQoS e Altaia, normalmente interligados através de uma rede dedicada.

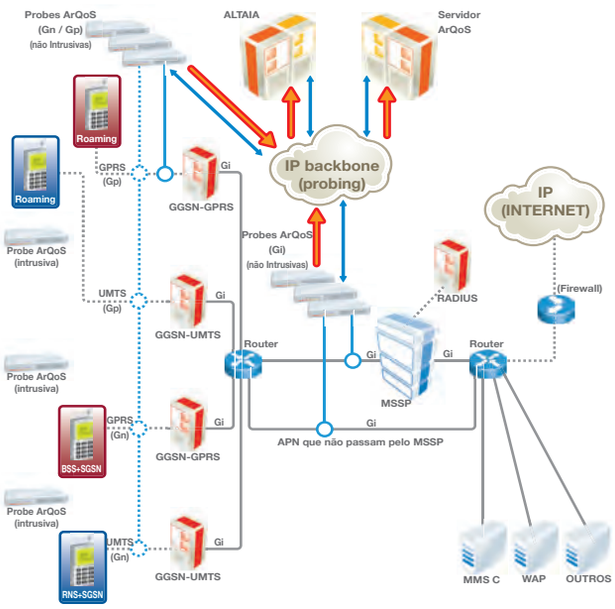


Figura 13 - Arquitectura GPRS/ UMTS simplificada

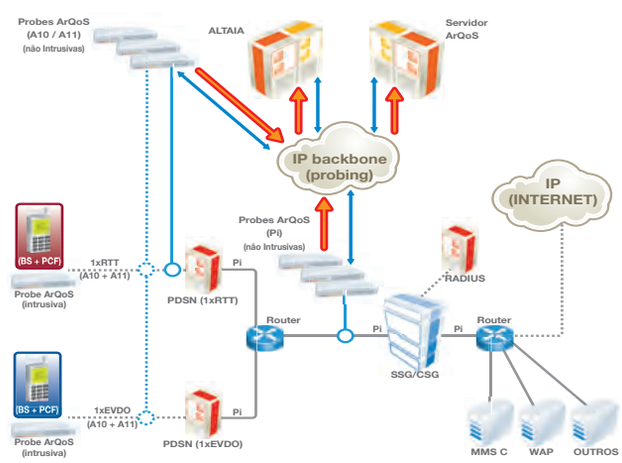


Figura 14 - Arquitectura CDMA2000 simplificada

6.2.2 Solução para as Redes VoIP

Para o *core* das redes VoIP, o ArQoS dispõe de uma similar arquitectura de *probing* não intrusivo, numa solução também escalável face ao número de clientes dos quais se requer análise simultânea. Na tecnologia SIP as *probes* serão ligadas às interfaces IP que transportam os protocolos RTP, SIP, MGCP e Megaco/ H.248, enquanto que no caso do H.323 estas serão ligadas às equivalentes interfaces RTP e H.323. A partir das interfaces supracitadas poderá ser colectada toda a informação dos clientes cuja monitoria fora previamente configurada. A figura que se segue representa as arquitecturas de *probing* simplificadas para as redes SIP e H.323, onde se inserem as *probes*, servidor ArQoS e Altaia, normalmente interligados através de uma rede dedicada.

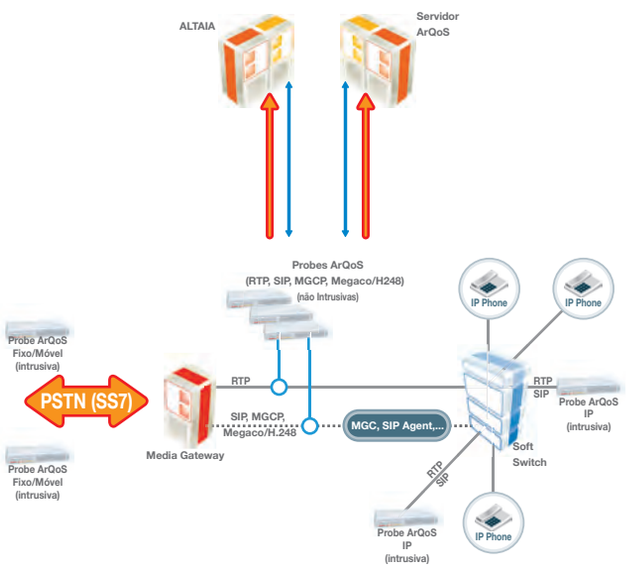


Figura 15 - Arquitectura SIP simplificada

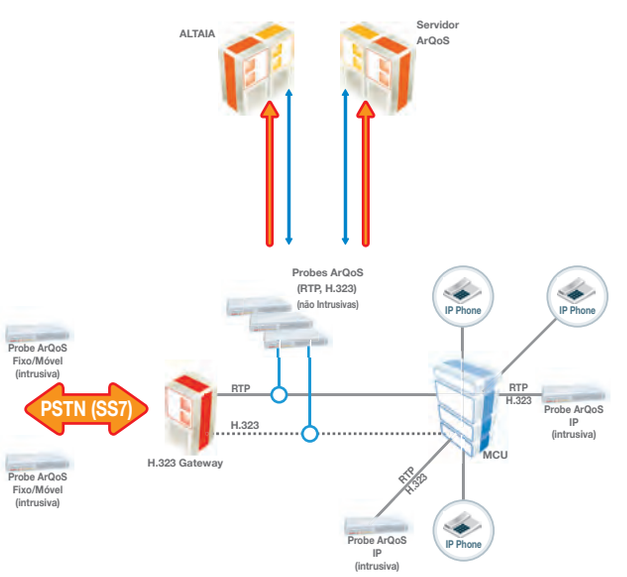


Figura 16 - Arquitectura H.323 simplificada

A tabela que se segue apresenta uma discriminação dos parâmetros e serviços em função do tipo de análise (âmbito global ou por Cliente), desta feita em relação aos indicadores obtidos através do *probing* ArQoS não intrusivo:

	Âmbito Global	Por Cliente
Parâmetros	Tráfego total no ponto de *probing* (bits/s)	Tráfego total do Cliente no ponto de *probing*
Serviços	Tráfego total por tipo de serviço, no ponto de *probing* (bits/s)	Tráfego do Cliente, por tipo de serviço, no ponto de *probing* Tempo médio e máximo de resposta ao pedido de acesso ao serviço por parte do Cliente Taxa de sucesso no acesso ao serviço Taxa de transacções bem sucedidas Outros parâmetros específicos do serviço em análise, que poderão ir das causas presentes nos *layers* protocolares superiores, até aos conteúdos do utilizador (caso não estejam encriptados)

Conforme fora já descrito no capítulo 4, todas as arquitecturas de *probing* aqui apresentadas poderão ser complementadas com *probes* intrusivas (também representadas nas figuras anteriores), que permitirão em conjunto com as não intrusivas efectuar a análise de informação padronizada numa perspectiva extremo a extremo, e de onde se poderão retirar todos os indicadores de *performance* ao longo dos diversos elementos que compõem a rede. Este cenário de teste será muito útil no caso particular do diagnóstico de falhas.

6.3 Integração Altaia – ArQoS

A integração Altaia-ArQoS permite a recepção de um conjunto de métricas que completam o conhecimento do desempenho da rede, e a gestão do serviço e do cliente. Estas métricas, dadas as características do sistema, reflectem o estado do serviço numa perspectiva extremo a extremo, tal como é perceptível pelo utilizador.

Sendo efectuada esta integração, os KPI / KQI no Altaia serão mais vastos, visto poderem ser obtidos não só a partir das métricas recolhidas pelo Altaia de NE, mas também a partir das métricas extremo a extremo.

A Figura seguinte ilustra o tipo de correlação a ser efectuada – por exemplo combinando informação de várias fontes (ArQoS – monitoria activa e Altaia – monitoria passiva).

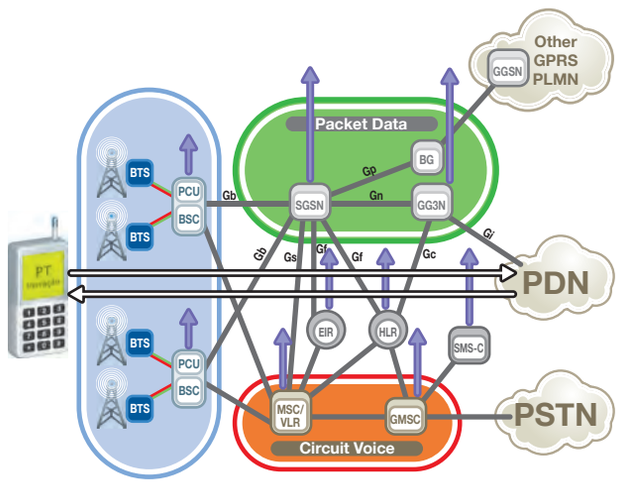


Figura 17- Interligação ArQoS - Altaia

Exemplos das métricas a serem enviadas do ArQoS para o Altaia:

Jitter: máximo; mínimo; média (milisegundos)
Delay: máximo; mínimo; média. (milisegundos)
Round Trip Delay: máximo; mínimo; média. (milisegundos)
Loss: máximo; mínimo; média. (percentagem)
Débito: máximo; mínimo; média. (bits/segundo)
Tempo de estabelecimento: máximo; mínimo; média. (milisegundos)
Tempo de autenticação: máximo; mínimo; média. (milisegundos)
Nº de medidas (nº de pacotes)

6.4 Interface Com Outros Sistemas

Sendo cada vez mais premente dispor de uma solução de gestão global da QoS, a englobar um conjunto de sistemas de *probing*, SLA, *Component Service Provision*

e *Revenue Assurance*, todos ligados entre si, por forma a permitir ao operador reduzir os respectivos custos de operação e aumentar os respectivos proveitos em sequência da redução das perdas de receita intrínsecas a eventuais desajustados processos de *billing*, bem como gastos com mão-de-obra, os sistemas ArQoS e Altaia prestam-se à integração num cenário deste tipo.

Para o efeito, incluem-se interfaces com sistemas de *Component Service Provisioning* bem como de *Revenue Assurance*. No primeiro caso, torna-se possível reconfigurar de forma imediata e simultânea os parâmetros de cada um dos elementos que compõem o *core* da rede do operador, isto por forma a salvaguardar a não violação de SLA sempre que os indicadores de QoS se aproximem de valores considerados críticos, tendo em conta os níveis de serviço contratados. O sistema de *Probing* ArQoS poderá ainda providenciar informações para sistemas de análise e detecção de fraude.

A **Figura 18** apresenta o cenário aqui referido.

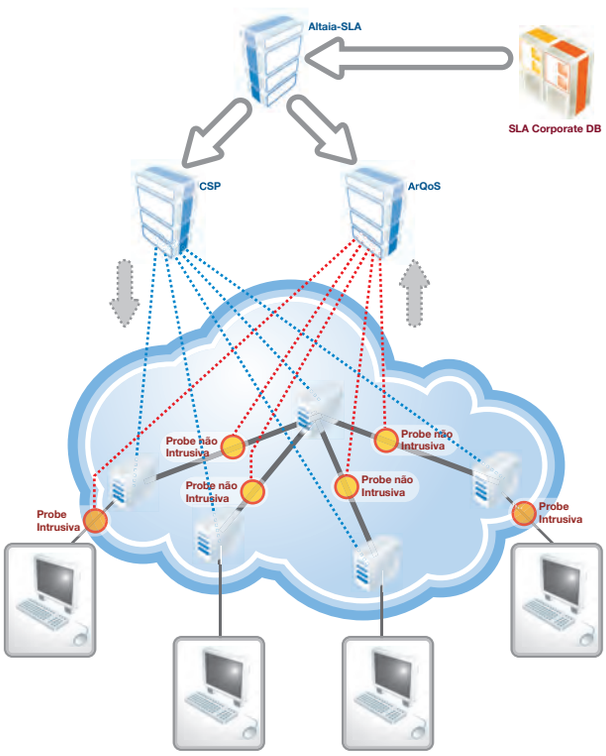


Figura 18 - Interfaces com outros sistemas

Existe assim um processo de realimentação em circuito fechado, que permitirá a permanente salvaguarda da QoS dos clientes com acordos de SLA, de forma automática. O sistema AgoraNG-CSP integrante do portefólio PTIN, implementa as funcionalidades de *Component Service Provisioning* (CSP) referidas no contexto do TM Forum.

No segundo caso, nomeadamente no contexto do *Revenue Assurance*, o ArQoS é compatível com o PROTEUS, sistema PTIN para verificação da validade e consistência da informação de usage gerada, consumida e processada pelos vários sistemas envolvidos (CDR, EDR, IPDR), evitando Perdas de Receita avolumadas para o Operador, ao mesmo tempo que afere da consistência da informação que constará nas facturas a enviar aos Clientes em análise.

7 Conclusões

O ArQoS e o Altaia constituem a solução PTIN para gestão da QoS, SLA e *probing*, tendo sido realçada neste artigo, a sua aplicabilidade em redes VoIP e móveis 3G. Esta solução traduz-se na concretização de um sistema de recolha, tratamento e armazenamento de parâmetros em novas redes, fixas ou móveis, já exploradas comercialmente (2.5G ou 3G), ou em vias de exploração (VoIP). Pretende vir ao encontro das necessidades dos operadores nesta fase de lançamento inicial, no sentido de lhes proporcionar um mecanismo de aferição da qualidade de serviço, de análise de dados para efeitos de avaliação de cumprimento de SLA, bem como de investigação acerca da apetência dos clientes em favor de determinados serviços em detrimento de outros, de forma a permitir a elaboração e concretização de modelos de negócio mais fundamentados. O ArQoS e o Altaia contribuem ainda para a optimização dos processos de operação e manutenção, reduzindo os custos associados e aumentando os respectivos proveitos.

8 Referências

3GPP: TS 23.060 – "GPRS Service Description; Stage 2"

ETSI ETR250 – "Speech communication quality from mouth to ear for 3,1 kHz handset telephony across networks

ITU-R:G.107 – "The E-model, a computational model for use in transmission planning"

ITU-T:Y1541 – "Internet Protocol Communica-tions Service – IP Performance and Availability Objec-tives and Allocations"

3GPP: TS 23107 – "Quality of Service (QoS) con-cept and architecture"

SS Service Quality Management API

Internet Engineering Task Force (IETF) http://www.ietf.org

International Mobile Telecommunications http://www.itu.int/imt

IMT-2000 **http://www.imt-2000.org/portal/index.asp**
3GPP **http://www.3gpp.org**
3GPP2 **http://www.3gpp2.org**
Telecommunications Industry Association **http://www.tiaonline.org**
WAP Forum **http://www.wapforum.org**
ETSI **http://www.etsi.org**
OSS Service Quality Management API **http://jcp.org/en/jsr/detail?id=210**

António Gamelas

É Licenciado em Engenharia Electrónica de Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, 1984.

Iniciou a sua actividade profissional no CET, actual PT Inovação em 1984, onde tem desenvolvido trabalho na área dos protocolos de sinalização, e transporte de dados , do X3, X28 e X25, sinalização RDIS, RDIS de Banda larga. Nesse domínio participou em projectos nacionais como a norma Portuguesa para o RDIS entre outros, e projectos internacionais como o PO-NETWORK, primeiro demonstrador de RDIS em Portugal, sendo também editor de normas RDIS no ETSI.

Ultimamente desenvolveu trabalho no âmbito das redes móveis e protocolos de sinalização para redes de próxima geração.

Fernando Bastos

Licenciado em Eng. 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 de Sistemas de Gestão na área de Serviços de Rede Inteligente. Coordena as equipas de desenvolvimento dos sistemas Altaia (Sistema de Gestão de QoS e SLA) e NGIN Manager (Sistema de Gestão de Plataformas de Rede Inteligente).

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.

Hélder Alves

Licenciatura em Eng. Electrónica e de Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro (1990), trabalha na PTIN desde 1990, é actualmente responsável pela Unidade Funcional de Gestão Local e Qualidade de Serviço.

Coordena o grupo de desenvolvimento de terminais Web e agentes SNMP, no contexto da gestão local integrante no portfolio de sistemas PTIN – soluções NetB@nd. No âmbito da Qualidade de Serviço, tem a cargo o projecto ArQoS (recolha e análise de indicadores da QoS em redes de telecomunicações: fixo, móvel e IP). Tem uma vasta experiencia de liderança de projectos na área do desenvolvimento de sistemas e soluções de suporte à qualidade de serviço da rede, assim como de terminais RDIS: QUASIMODO; SCP-RDIS; NTTab e MUXRDIS.

João Mota

É colaborador da PT Inovação à mais de 15 anos.

Ao longo deste tempo participou activamente em diversos projectos de desenvolvimento e normalização ISDN, bem como, no projecto CLIP da Portugal Telecom. Foi o responsável pela unidade de Sistemas de Suporte à Decisão. Foi também auditor dos programas de investigação e desenvolvimento da Comissão Europeia e do EURESCOM, tendo sido membro convidado do grupo de acção "*Europe's way towards the information society*" da Comissão Europeia.

Actualmente é Director Adjunto da PT Inovação Brasil acumulando a função de coordenação do projecto de *data warehouse* unificado e a direcção do projecto de pré-pago unificado da VIVO.

Telma Mota

Licenciatura e Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores pela Universidade do Porto, em 1988 e 1994, respectivamente.

Iniciou a sua actividade profissional na empresa TLP SA, onde realizou trabalhos de planeamento e dimensionamento de redes de comutação digital. Esteve posteriormente ligada à área de teletráfego e à avaliação e dimensionamento de soluções de Redes Inteligentes. Desde 1994, que integra a PT Inovação trabalhando quase sempre na área de gestão de redes e serviços. Participou desde sempre em diversos projectos Europeus (Eurescom e IST); actualmente, destacam-se os projectos Daidalos e MobileIN.

Centra o seu interesse na área de análise e definição de arquitecturas de rede e modelação de sistemas.

Jorge Gonçalves

Manuel Aguiar

OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE SOLUÇÕES NETB@ND

O&M, Netb@nd, Arquitectura O&M Netb@nd, AGORA-NG, Sistemas OSS, *Fulfilment*, *Assurance*, Integração de Sistemas OSS, NGOSS, OSS/J

A liberalização alterou significativamente o mercado das telecomunicações. A forte concorrência, tem levado os operadores a reverem os seus processos de negócio, com o objectivo de reduzir custos de operação (OPEX) e de investimento (CAPEX), e de diminuir o *time-to-market* na introdução de novos serviços. Os processos de operação e a arquitectura de sistemas OSS, que os implementa, são um factor crítico de sucesso e de diferenciação neste ambiente de concorrência. Aqui, tem-se assistido a uma evolução da indústria no sentido da utilização de arquitecturas abertas, baseadas em buses de integração que interligam e controlam os fluxos de informação entre sistemas, permitindo automatizar processos de operação (*Fulfilment, Assurance* e *Billing*). Ao nível dos sistemas OSS, os de nova geração baseiam-se em tecnologias generalizadas na área dos sistemas de informação (XML, Java, *Web Services*, etc.), tendo vindo a ser progressivamente abandonados sistemas que utilizavam tecnologias e interfaces específicas do mundo das telecomunicações (interfaces TMN/Q3).

Atenta a esta envolvente, a PT Inovação tem desenvolvido a arquitectura de O&M Netb@nd, que enquadra a gestão de soluções de rede Netb@nd, com o objectivo de fornecer aos seus clientes, mecanismos que os ajudem a optimizar os seus processos de operação. O artigo apresenta a arquitectura O&M Netb@nd actual, baseada nos componentes, sistema de O&M centralizada, mediadores de gestão e terminais de operação local, dando relevância ao sistema de O&M centralizada AGORA-NG. Em relação a este sistema, são apresentadas as suas funcionalidades, implementadas nos pacotes aplicacionais, *Assure Pack*, de gestão de elemento de rede e de rede, e Provision Packs (PP n*64k, PPSDH e PP ATM) de provisão de serviço *end-to-end*. É também ilustrada a facilidade de interligação do AGORA-NG a sistemas OSS de hierarquia superior, de Provisão de Serviços, Supervisão de Falhas e Análise de Desempenho.

Tendo em consideração o trabalho que está a ser desenvolvido no TMForum e na iniciativa OSS/J, e a evolução tecnológica ao nível das linguagens de programação e tecnologias de *middleware*, a parte final do artigo analisa a perspectiva de evolução do sistema AGORA-NG.

1 Introdução

A liberalização alterou significativamente o negócio das telecomunicações. De um mercado fechado, dominado pelos operadores estatais, limitado na oferta de serviços e sustentado por preços elevados, os operadores de telecomunicações actuam hoje num mercado aberto, fortemente concorrencial, que exige dinamismo e inovação na oferta de serviços, preços competitivos, qualidade de serviço e criação de valor para os seus investidores.

Esta envolvente, tem levado os operadores a reverem os seus processos de negócio, com o objectivo de reduzir custos de operação (OPEX) e de diminuir o *time-to-market* na introdução de novos serviços. O caminho seguido, tem sido no sentido da centralização de funções de operação, da automação de processos, e da introdução de novas tecnologias e arquitecturas de redes e de s*oftware*, mais flexíveis e de menor custo.

Na implementação destas linhas de orientação, os sistemas de suporte à operação (OSS) e a arquitectura de interligação de sistemas OSS/BSS, são um factor crítico de sucesso e de potencial diferenciação, neste ambiente de concorrência. Nesta área, tem-se assistido a uma evolução no sentido da utilização de arquitecturas abertas, baseadas em *buses* de integração (*Web Services*, TIBCO, etc), que interligam e controlam, através de máquinas de *workflow* programáveis, o fluir de informação entre os sistemas de operação conectados em *bus*, permitindo automatizar processos de operação (*Fulfilment, Assurance e Billing*). Estes sistemas de nova geração, são tipicamente componentes *Commercial Of The Shelf* (COTS), construídos com base em tecnologias generalizadas na área dos sistemas de informação (XML, *Java, Web Services*, etc.). De facto, está a chegar ao fim o ciclo de vida dos sistemas monolíticos, dificilmente integráveis, que utilizavam tecnologias e *interfaces* específicas do mundo das telecomunicações (*interfaces* Q3/CMIP).

Esta evolução ao nível da arquitectura e das tecnologias utilizadas, é um reflexo do trabalho em curso no *TeleManagement Forum* (TMForum), na modelação de processos de operação (eTOM**[1]**) e no delineamento da arquitectura NGOSS**[2]** de sistemas OSS de próxima geração. De salientar igualmente o trabalho desenvolvido no âmbito da iniciativa OSS/J, de concretização desta arquitectura, que produziu um conjunto de API**[3]** normalizadas, as quais deram origem ao aparecimento dos primeiros produtos COTS nesta área, nomeadamente, componentes de inventário, de activação de serviços/recursos, mediadores de IP *Billing*, etc.

Atenta a esta envolvente, a PT Inovação tem evoluído a arquitectura e os sistemas de Operação e Manutenção (O&M) Netb@nd, com o objectivo de contribuir para que os seus clientes possam optimizar/automatizar processos, prestando melhor qualidade de serviço com custos de operação mais reduzidos.

Este artigo tem como objectivo dar a conhecer a arquitectura de O&M Netb@nd, os produtos que a implementam, e a perspectiva de evolução. O artigo encontra-se estruturado em três partes. A parte inicial, dá uma visão geral das soluções de rede Netb@nd e apresenta a arquitectura O&M Netb@nd. O núcleo do artigo apresenta os produtos actuais de O&M Netb@nd, de operação centralizada e local. A parte final do artigo analisa as tendências da indústria na área de gestão de redes e perspectiva a evolução dos s sistemas de O&M Netb@nd.

2 Enquadramento

Soluções de Rede Netb@nd

As soluções de rede Netb@nd são essencialmente redes de transporte, que vêm sendo utilizadas num leque alargado de aplicações (**Figura 1**), tais como:

Serviços Residenciais
De voz, acesso *Internet* e vídeo *on-demand*, suportados tipicamente nas soluções ANV5[4], DSLAMi**[5]** e EMILO-NG**[6]**
Serviços Empresariais
De interligação de LAN, circuitos dedicados e acesso a redes privativas virtuais (VPN), suportados nas soluções MEGA7**[7]** e EMILO-NG**[6]**
Redes Móveis
Redes de agregação de tráfego, baseadas em soluções XCONN-n*64**[8]**, MABEL32(ATM)**[9]** e EMILO-NG[**[6]**
Redes Telemáticas (Netvi@)
Redes de transporte de videovigilância e dados de tráfego rodoviário, baseadas essencialmente em soluções XCONN-n*64**[8]** e EMILO-NG**[6]**].

Genericamente, estas soluções de rede caracterizam-se por integrarem um conjunto diversificado de tecnologias de transporte (PDH, TDM, SDH, ATM e IP), utilizando meios físicos de cobre e fibra óptica. Sobre estas redes são estabelecidos circuitos (n*64k, SDH VCx, ATM VPC e VCC, VLANs) que dis-

ponibilizam serviços de transporte extremo a extremo.

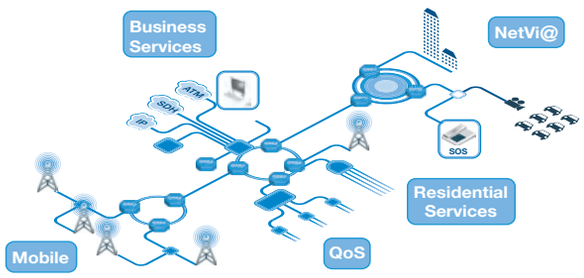


Figura 1- Arquitectura Netb@nd

Arquitectura O&M Netb@nd

A complexidade destas redes exige a disponibilidade de ferramentas de O&M que facilitem e optimizem as tarefas de operação e manutenção. A instalação de equipamentos e determinadas acções de manutenção específicas, são tarefas que têm de ser feitas *in loco*, através de terminais de operação local. Outras tarefas, tais como, construção da rede, supevisão de falhas, configuração de equipamentos e provisão de serviços, devem obrigatoriamente poder ser efectuadas a partir de sistemas de operação centralizada.

Para satisfazer estas necessidades, foi concebida a arquitectura de O&M Netb@nd, ilustrada na **Figura 2**, que inclui os seguintes componentes: sistema de O&M centralizada, agentes de gestão em elementos de rede, mediadores de gestão, e terminais de O&M local.

Figura 2- Arquitectura O&M Netb@nd

Relativamente ao sistema de O&M centralizada, considerou-se como requisito fundamental, que este deveria ter capacidade para gerir todas as soluções de rede Netb@nd, com a diversidade de tecnologias de transporte inerente. Esta capacidade permitiria minimizar custos de investimento aos clientes Netb@nd, e seria um factor de diferenciação face à concorrência, que tipicamente apresenta sistemas de O&M por tecnologia gerida. Considerou-se ainda relevante que o sistema deveria disponibilizar um conjunto de aplicações de gestão modulares, que para além das funções usuais (configuração, falhas e desempenho) de um sistema de gestão de rede, permitissem efectuar a gestão de serviço extremo a extremo, no domínio de rede Netb@nd.

Em relação ao modelo de comunicação de gestão entre o sistema centralizado e os elementos de rede, o objectivo era utilizar um protocolo simples, normalizado e generalizado nas redes. A escolha natural seria a utilização do modelo comunicação Gestor - Agente SNMP. Para os elementos de rede mais antigos que não incluíssem agentes embebidos deveriam ser utilizados mediadores de gestão (*proxies*) que realizariam a tradução do protocolo SNMP, para os protocolos proprietários dos equipamentos. Para este modelo a rede de gestão (*Data Communications Network* - DCN) mais adequada é a rede IP.

Integração com Sistemas OSS de Rede e Serviço.

Como foi focado na introdução deste artigo, a automação de processos de operação depende essencialmente da capacidade de integração de sistemas OSS e BSS. A figura seguinte, posiciona o sistema O&M Netb@nd na arquitectura de sistemas de um operador de telecomunicações.

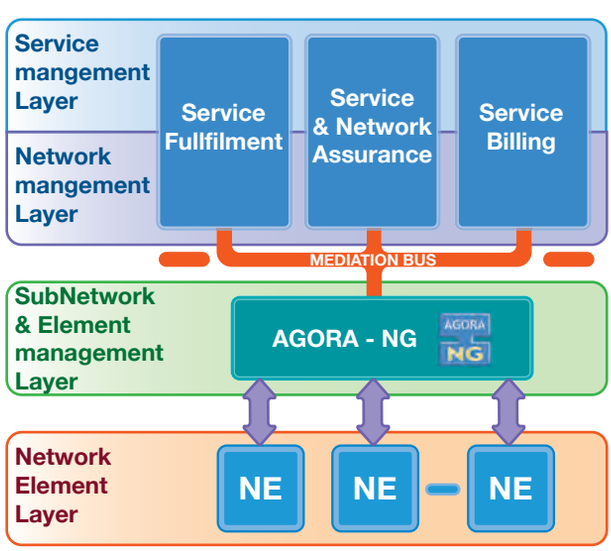


Figura 3 - Integração com Sistemas OSS

Neste contexto, o requisito obrigatório, que se colocou ao sistema, é que este deveria disponibilizar interfaces *northbound* abertas, para permitir:

Receber ordens de provisão de serviços/recursos, e executá-las nos elementos de rede.
Notificar os sistemas de supervisão de falhas, com alarmes recolhidos dos elementos de rede.
Receber pedidos de teste em elementos de rede, de sistemas de diagnóstico centralizados, e devolver os resultados.
Notificar os sistemas de análise de desempenho, com os dados colectados dos elementos de rede.
Notificar sistemas de mediação de *Billing*, com dados de utilização colectados dos elementos de rede.

3 AGORA-NG – Sistema de O&M centralizada de soluções Netb@nd

O AGORA-NG é um sistema de gestão modular, escalável e multi-utilizador, vocacionado para gerir as soluções de rede Netb@nd. Cobre um leque alargado de tecnologias de rede, nomeadamente: PDH, SDH, xDSL, RDIS, POTS, V5.x, ATM e IP.

Arquitectura do AGORA-NG

O AGORA-NG implementa o modelo de arquitectura funcional TMN, estruturado em dois pacotes aplicacionais:

Assure Pack:
É o núcleo do sistema e implementa as funções de gestão de elemento de rede (*Element Manager*) e de rede (*Network Manager*).
Provision Packs:
São pacotes adicionais que efectuam a gestão de circuitos *end-to-end* (n*64k, SDH VCx, ATM VPC e ATM VCC).

Utiliza uma arquitectura cliente-servidor 3-*tier*, baseada em *middleware* CORBA e J2EE, com as seguintes camadas: de base de dados, servidores aplicacionais que implementam a lógica do negócio, e clientes aplicacionais que implementam a camada de apresentação.

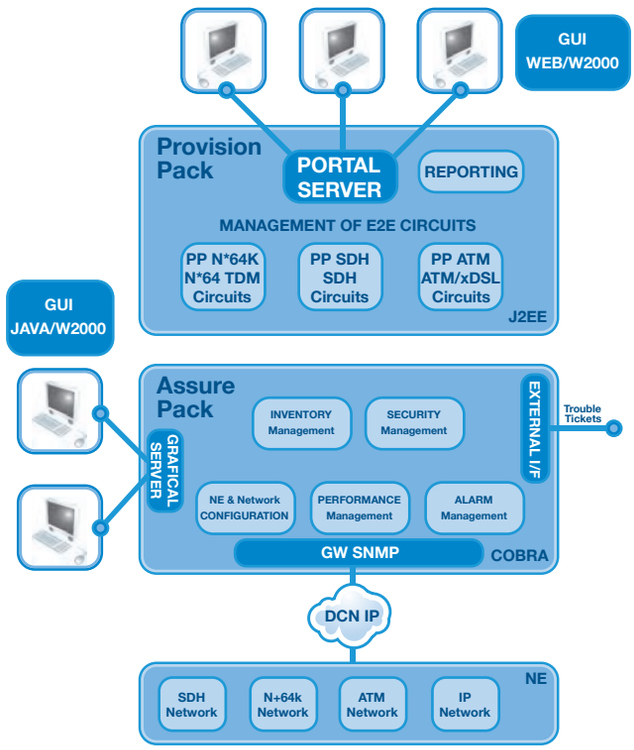


Figura 4 – Arquitectura AGORA-NG

3.1 AGORA-NG Assure Pack

O *Assure Pack* é o pacote base do sistema, que genericamente permite construir, configurar e supervisionar redes Netb@nd. Comunica com equipamentos de diferentes tecnologias através da interface *southbound* SNMP. As funcionalidades de gestão de configuração, falhas, desempenho e segurança, são disponibilizadas aos operadores num cliente aplicacional JAVA, que comunica por CORBA com o servidor.

Gestão de Configuração

Contempla as seguintes funcionalidades: detecção automática de elementos de rede; informação cadastral de elementos de rede (localização, constituição, etc); configuração remota de equipamentos; execução remota de *loops* em interfaces; configuração de ligações (Link2M, LinkATM, LinkVPC, LinkVC4, secçãoMuxSDH); gestão de estados administrativos e operacionais em entidades de elemento de rede (equipamento, placas, portos) e de rede (ligações); representação topológica da rede (**Figura 5**); e partição da rede em Domínio Geridos, com controlo de acesso por perfil de utilização.

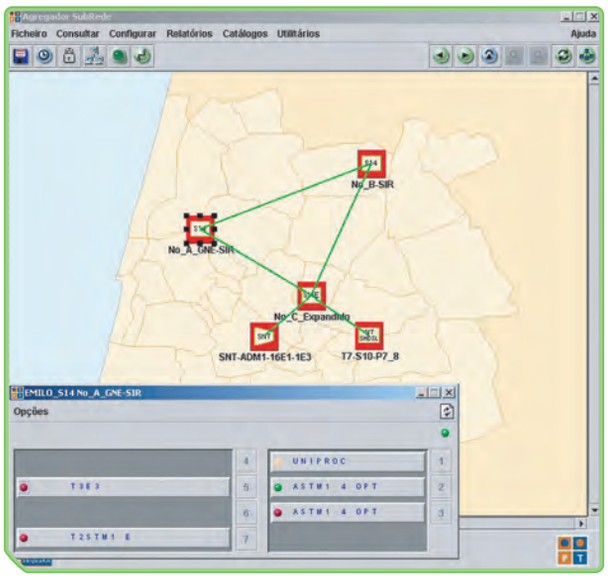


Figura 5 – Gestão de Elemento e de Rede

Gestão de Alarmes

O módulo de gestão de alarmes do AGORA-NG, inclui as seguintes funcionalidades: recolha de alarmes dos equipamentos para base de dados centralizada; apresentação em Janela de Alarmes Pendentes, com sinalização colorida dependente da gravidade (critica, maior, menor, aviso) do alarme; filtragem de alarmes baseada em: tipo de alarme, tipo de equipamento, gravidade e domínio gerido; correlação básica de alarmes: integra ocorrências do mesmo alarme num único registo; parametrização de alarmes por tipo de alarme, tipo de equipamento e equipamento em particular; operações sobre alarmes: reconhecimento, fim manual e adição de comentários; e relatórios sobre histórico de alarmes.

Gestão de Desempenho

O módulo de gestão de desempenho do AGORA-NG inclui as seguintes funcionalidades: recolha de dados de desempenho de *interfaces* PDH, SDH e ATM, para base de dados centralizada; parametrização de limiares de desempenho. Notificação de alarme por violação de limiar; e relatórios sobre histórico de desempenho.

Gestão de Segurança

A aplicação Sistema de Controlo de Acessos permite definir utilizadores e associar-lhes perfis de utilização. Estes perfis controlam tipos de acesso (administração, configuração, operação e consulta) e permissões de acesso a domínios geridos. A entrada nas aplicações *Assure Pack* e *Provision Packs* é validada por *username/password.*

3.2 AGORA-NG Provision Packs

Os pacotes aplicacionais *Provision Pack* são pacotes opcionais que implementam a gestão de serviço *end-to-end*. Existem disponíveis os seguintes pacotes:

Provision Pack N*64K
Provisão de circuitos n*64k em redes TDM
Provision Pack N*64k Recovery
Provisão de circuitos n*64k em redes TDM, com capacidade de reencaminhamento em caso de falha
Provision Pack SDH
Provisão de circuitos SDH VC12, VC3, VC4 e *ethernet* sobre SDH
Provision Pack ATM
Provisão de circuitos ATM, VPC e VCC, com classes de serviço CBR, VBR e UBR

Genericamente, estes pacotes incluem as funcionalidades de gestão de configuração, falhas e desempenho, ao nível do serviço extremo a extremo. Estas funcionalidades são disponibilizadas aos operadores através aplicações *web*.

Gestão de Configuração

Contempla as seguintes funcionalidades: es-tabelecimento automático de circuitos, dados os pontos de terminação; gestão do estado administrativo e operacional do circuito; consulta do estado de ocupação dos pontos de terminação de rede; agregação de circuitos por cliente ou serviço, e consulta de terminações de rede.

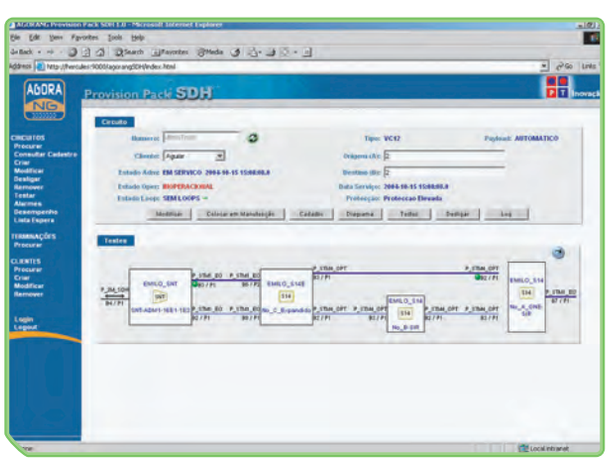


Figura 6 – Provisão de Circuitos *end-to-end*

Gestão de Desempenho

Inclui as seguintes funcionalidades: correlação dos dados recolhidos dos elementos de rede, na entidade circuito; visualização de dados de desempenho por circuito; e relatórios de dados de desempenho por circuito.

Gestão de Alarmes

Inclui as seguintes funcionalidades: sinalização de circuitos degradados e inoperacionais, por correlação de alarmes recolhidos dos elementos de rede; visualização de alarmes abertos por circuito; e relatórios de histórico de alarmes por circuito.

3.3 AGORA-NG – Integração com OSS de Rede e de Serviço

O AGORA-NG é um sistema aberto que disponibiliza interfaces *northbound* para integração com os sistemas de operação de rede e de serviço de hierarquia superior.

Num caso típico de aplicação num operador de telecomunicações foram disponibilizadas as seguintes interfaces *northbound*:

Interface CORBA para provisão automática de serviços ADSL,
Interface HTTP para pedidos de de execução de testes de diagnóstico de problemas
Interface SNMP para envio de notificações de alarme para sistema centralizado de supervisão de falhas.

3.4 Terminais Inteligentes - O&M local de soluções Netb@nd

Para as tarefas de O&M local, a PT Inovação disponibiliza os designados Terminais Inteligentes. Estes consistem em aplicações *stand-alone*, que permitem efectuar funções de gestão de elemento de rede, tais como: configuração do equipamento, visualização de alarmes em tempo real, consulta de alarmes e de dados de desempenho.

Nos casos em que existe O&M centralizada, são utilizados tipicamente na fase de instalação do equipamento e em tarefas específicas de manutenção efectuadas i*n-loco*.

Os Terminais Inteligentes têm evoluído, para aplicações CLI e *web* (TI-*Web*), utilizados nas famílias de equipamentos mais recentes (DSLAMi e EMILO-NG). Como exemplo, apresenta-se o TI-Web do EMILO-S14, na figura seguinte.

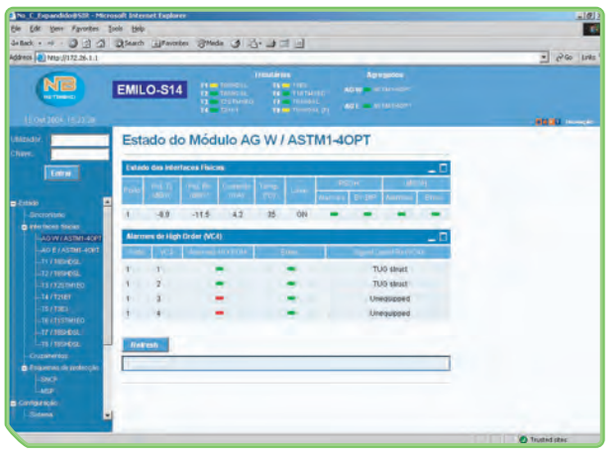


Figura 7 – Terminal de Operação Local

3.5 Perspectiva de Evolução

Analisando o trabalho desenvolvido em organismos internacionais, tais como, o TMForum, o OMG, a iniciativa OSS/J, entre outros, consegue-se identificar um conjunto de tendências de evolução para os sistemas OSS, que aqui se identificam:

Utilização de arquitecturas NGOSS, baseadas em buses de integração que facilitem a automação de processos de operação,
Decomposição de sistemas OSS monolíticos em componentes COTS,
Tentativa de definição de modelos de informação comuns e partilhados pelos sistemas OSS (ex: SID, CIM, DEN-ng),
Abolição de tecnologias específicas do mundo das telecomunicações (ex: CMIP, GDMO, etc.), e utilização de tecnologias comuns aos sistemas de informação (*Web Services*, XML, J2EE, etc),
Incremento na utilização de *software open source*

Tendo em atenção as tendências da indústria, acima expostas, e as necessidades dos clientes Netb@nd, a PT Inovação elegeu os seguintes pontos de referência para a evolução dos seus sistemas de O&M:

Independência da plataforma computacional e sistema operativo,
Redução de custos de licenças de *software*, através da utilização sempre que possível de *software open source*,
Construção de uma plataforma de componentes que comunicam entre si por API normalizadas, permitindo a reutilização de *software*,
Utilização de tecnologia *web services* nas *interfaces* externas *northbound* dos sistemas de O&M centralizada,
Harmonização de *interfaces* gráficas de utilizador em tecnologia *web*.

Estas linhas de orientação estão a ser concretizadas no desenvolvimento da plataforma de gestão AGORA-NG J2, totalmente baseada em tecnologia Java e *middleware* J2EE. Consiste numa plataforma de componentes (*Inventory, Alarm Processor, Service Activator,* etc.), que segue as especificações OSS/J, e que tem por objectivo permitir o desenvolvimento rápido de aplicações de gestão, através da reutilização de *software*.

Este investimento produziu o primeiro resultado em 2004, com o lançamento do produto AGORA-NG J2 *Alarm Manager*, que é um sistema genérico de Supervisão Integrada de Alarmes. Dada a sua generalidade, é um produto com âmbito de aplicação alargada, que para além da sua possível utilização na gestão de soluções Netb@nd, é aplicável como OSS de Supervisão de Alarmes ao nível de empresa**.**

4 Conclusões

Este artigo abordou o tema da operação e manutenção de soluções Netb@nd. Foi apresentada a arquitectura O&M Netb@nd, que tem por objectivo disponibilizar ferramentas que permitam optimizar e automatizar os processos de operação dos clientes Netb@nd, e reduzir custos de operação (OPEX) e investimento (CAPEX).

O sistema de O&M centralizada AGORA-NG é o componente nuclear na concretização deste objectivo. Tem capacidade para gerir milhares de equipamentos Netb@nd, de diferentes tecnologias de transporte (tipicamente no mercado encontram-se sistemas de O&M por tecnologia gerida), factor diferenciador na redução de custos de investimento; para além das funcões usuais (configuração, falhas e desempenho) de um sistema de gestão de rede, disponibiliza aplicações de gestão de serviço *end-to-end*, no domínio Netb@nd; e é um sistema aberto, que implementa interfaces *northbound* de fácil integração com sistemas OSS de hierarquia superior.

Atendendo à contínua evolução ao nível da linguagens de programação, das tecnologias de *middleware*, e da arquitectura de sistemas (NGOSS e OSS/J), o AGORA-NG irá evoluir naturalmente para a plataforma de componentes AGORA-NG J2, totalmente baseada em middleware J2EE, independente do sistema operativo, com harmonização de interfaces gráficas em tecnologia *Web*, e com interfaces externas em tecnologia *Web Services.*

5 Referências

[1] *eTOM – Enhanced Telecom Operations Model, TMForum, www.tmforum.org*
[2] NGOSS – Next Generation Operation Support System, TMForum, www.tmforum.org
[3] APIs OSS/J www.javasoft.com
[4] Solução ANV5 http://www.ptinovacao.pt
[5] Solução DSLAMi http://www.ptinovacao.pt
[6] Solução EMILO-NG http://www.ptinovacao.pt
[7] Solução MEGA7 http://www.ptinovacao.pt
[8] Solução XCONN-n*64k http://www.ptinovacao.pt

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 .

Manuel Aguiar

Licenciou-se em Engenharia Electrónica e Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro em 1994.

Ingressou no C.E.T. em 1997 aonde desenvolveu trabalhos relacionados com Sistemas de Gestão de Redes para a Rede de Acesso. Integra actualmente a Unidade de Gestão de Soluções Netb@nd, sendo responsável pelo desenvolvimento das aplicações Provision Pack, do sistema AGORA-NG.

José
Bonnet

MODEL DRIVEN ARCHITECTURE :
CHEGOU A HORA?

Arquitecturas de *Software*, Modelos UML

As Arquitecturas Orientadas por Modelos (*Model Driven Architecture*, ou MDA) prometem ser a forma de desenvolvimento de software a adoptar em breve. Mas estamos prontos para esse tipo de arquitecturas? E essas arquitecturas, já estão prontas para serem usadas em desenvolvimentos de larga escala? E quanto custa fazê-lo? Este artigo procura responder a estas questões.

1 Introdução

As Arquitecturas Orientadas por Modelos (*Model Driven Architecture*, ou MDA) surgiram há três anos **[1]**, patrocinadas pelo *Object Management Group* (OMG) no seu esforço de normalização em torno das tecnologias Orientadas por Objectos e da Linguagem de Modelização Unificada (*Unified Modelling Language*, UML).

A questão fundamental desta aproximação está em transformar o desenvolvimento de *software* na criação de um modelo para esse *software*, em UML, que depois pode ser automaticamente transformado em código executável para uma determinada tecnologia, plataforma, etc. A ideia é que o código executável que é desenvolvido manualmente se encontra cheio de detalhes que dizem respeito à plataforma, linguagem de programação, sistema operativo, etc. para o qual é desenvolvido, dificultando a manutenção (estima-se que esta fase da vida do software concentre 90% dos respectivos custos – **Figura 1**). Concentrando os esforços na criação dum modelo que depois seria automaticamente transformado em código manteria as coisas num nível que simplificaria a manutenção, reduzindo-se assim drasticamente os custos globais do *software*. Pretende-se que a MDA abranja todo o ciclo de vida do *software*: análise, desenho, implementação, instalação, manutenção, evolução e integração com sistemas distintos e mais novos.

Este artigo começa por resumir, na Secção 2, a forma como se constroem aplicações com base na MDA, referindo um exemplo, vantagens e desvantagens de tal aproximação. Depois, na Secção 3, fala-se um pouco das ferramentas que existem disponíveis para se trabalhar com a MDA. Finalmente, na Secção 4, retiram-se algumas conclusões e, na Secção 5, listam-se as referências utilizadas.

Este artigo foi escrito tendo por base a informação disponibilizada no *First European Workshop on Model Driven Architecture with Emphasis on Industrial Application* **[2]**, realizado nos dias 17 e 18 de Março de 2004, na Universidade de Twente, em Enschede, Holanda.

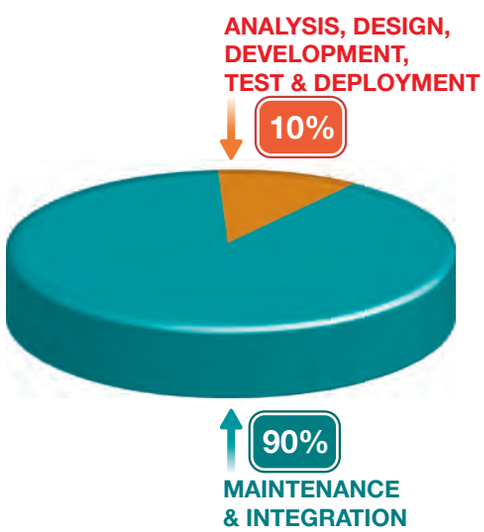


Figura 1 - Distribuição Típica dos Custos Relativos de Desenvolvimento de *Software*.

2 Construção duma Aplicação em MDA

A construção duma aplicação baseada em MDA passa pelos seguintes passos:

1.Elaboração dum Modelo Detalhado:

Criar um modelo em UML independente de qualquer plataforma (*Platform Independent Model*, PIM), que inclui a definição de pré- e pós-condições, numa linguagem chamada *Object Constraint Language* (OCL), e define as funcionalidades e comportamento de negócio, não distorcido por opções tecnológicas;

2.Mapear para uma Plataforma Específica:

Usando as normas OMG, criar um modelo específico por plataforma (*Platform-Specific Model,* PSM), através do mapeamento entre o PIM e a linguagem de programação, sistema operativo, protocolo de rede, *middleware*, etc., seleccionado;

3.Mapear o PSM para Interfaces Aplicacionais, Código, Interfaces Gráficos, queries SQL, etc.:

A ferramenta MDA gera quase todo o código de implementação para a tecnologia escolhida no PSM. Parte do código é em geral gerado automaticamente, mas uma parte que tem que ser feita manualmente;

***4.Reverse-engineering* de Aplicações Existentes e Reinstalação:**

A grande vantagem da MDA está em não ignorar que existem (e existirá sempre) um mundo não-MDA, que é necessário modelizar de forma automática e integrar nas novas aplicações.

2.1 Exemplo: MDA para uma Base de Dados

Muito rapidamente, apresenta-se nesta subsecção um exemplo de modelização.

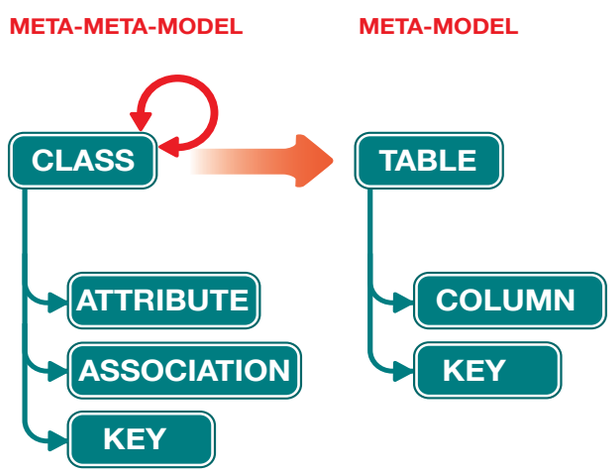


Figura - 2 Criação dum Meta-Modelo (Passo 2).

A **Figura 2** mostra um exemplo muito simples, em que se utiliza um modelo (meta-meta-model, ou PIM) genérico de uma Encomenda (*Order*) colocada por um Cliente (*Customer*). Este passo corresponde ao Passo 1 acima.

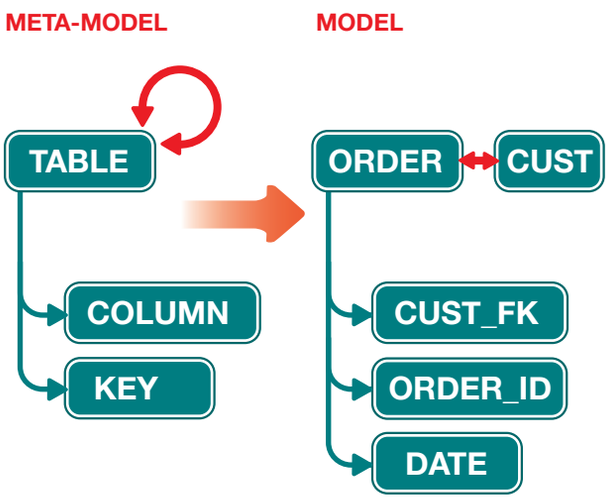


Figura 3: Transformação do Meta-Modelo num Modelo (Passo 3)

Escolhendo-se um mapeamento para bases de dados relacionais (Passo 2), gera-se a partir deste meta-meta-modelo um meta-modelo (PSM), em que se têm tabelas, com campos, alguns deles identificados como chaves. Executando-se o Passo 3, transforma-se este meta-modelo num modelo relacional específico (por exemplo, Oracle), com as restrições sintácticas necessárias. Obtém-se assim código executável.

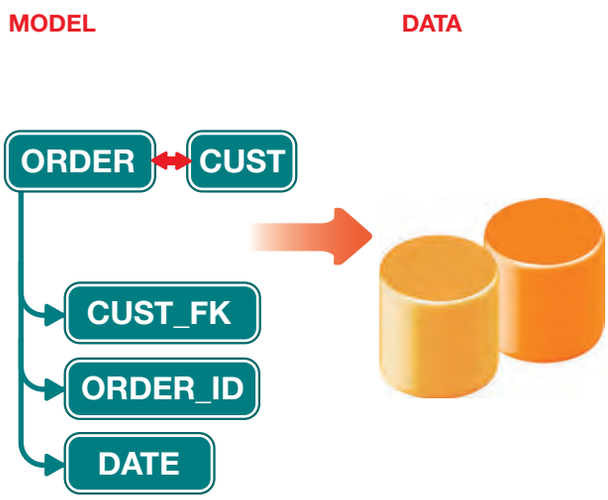


Figura 4 - Transformação do Modelo num Executável

2.2 Vantagens

A vantagem inegável duma aproximação deste tipo é ficar independente das tecnologias e linguagens de programação usadas numa implementação específica. Mas quantas vezes é que de facto necessitaremos de trocar rapidamente de tecnologia ou sistema operativo ou linguagem de programação? A meu ver, muito poucas . No caso duma *software house* que tem por obrigação a manutenção de mais do que uma versão (uma por plataforma tecnológica) de determinado produto, esta vantagem pode ser determinante. Neste caso, a correcção dum defeito detectado poderia ser rapidamente espalhado por todas as versões .
Uma vantagem atribuída à utilização da MDA é também a elevação do nível de conhecimentos exigidos para a implementação de novas aplicações. Isolados dos detalhes técnicos, o 'programador' pode concentrar-se nos requisitos de negócios necessários e, numa fracção do tempo actual, desenvolver e entregar aplicações novas.
É também vantajoso que este conceito evolua em torno dum conjunto de normas: UML, XML, XMI, etc.

2.3 Desvantagens

A vantagem enunciada acima é relativa no sentido em que a necessidade de optimização do código gerado pode ser tão grande que o esforço que se deixa de gastar na manutenção da aplicação gerada usando MDA passa a ser esforço na manutenção do código que permite gerar a aplicação a partir do seu modelo . Apenas no caso duma *software house* (referido acima) é que esta desvantagem se dilui.

Uma outra desvantagem a apontar no momento em que este artigo é escrito prende-se com a relativa inexistência de *know-how* nesta área. Qualquer projecto dependeria sempre bastante de *know-how* que teria que ser contratado fora. O desenvolvimento de projectos usando MDA implica uma gestão de projectos igualmente adaptada.

É vantajoso ter como suporte um conjunto extremamente rico de normas aprovadas, mas essas normas são tão complexas e dinâmicas , que é raro ter um produto que as implemente na sua totalidade. Esta questão é importante e quase anula a vantagem de ter normas.

O parque de ferramentas auxiliares nesta área é também limitado neste momento (ver secção seguinte).

3 Ferramentas

Apesar desta tecnologia ter já 3 anos, não são ainda comuns as ferramentas que ajudam à sua utilização. A indústria parece concentrar-se (naturalmente) no desenvolvimento de ferramentas que abordam conceitos bem mais populares, como são o J2EE ou os *Web-Services.*

Nesta secção abordam-se dois tipos de ferramentas. Primeiro, uma que é *open-source*, e que dá os primeiros passos na área do MDA. Primeiro, uma que é *open-source*, e que dá os

primeiros passos na área MDA, o Eclipse. A seguir, mencionam-se algumas ferramentas comerciais.

3.1 Eclipse

O Eclipse (www.eclipse.org) é uma plataforma *open-source* (fortemente apoiada pela IBM) que tem sido sobretudo usada como editor de ficheiros. Pela sua arquitectura, mostrada na **Figura 5**, o Eclipse é muito facilmente adaptado a uma linguagem específica de programação, através da utilização de *plug-ins* (as *New Tools* da figura). Essas adaptações permitem a integração usual entre um comum editor de texto, e todas as ferramentas auxiliares, como sejam *debuggers*, integração com ferramentas de controlo de versões, de testes unitários, etc.

O Eclipse é, por exemplo, muito popular por entre a comunidade Java.

Recentemente **[3]**, começou a adoptar-se esta ferramenta para a modelização em UML e geração de código **[4]** (ver **Figura 6**). Na **Figura 6** mostra-se um modelo UML criado no Eclipse, que depois permite a geração automática de código que permite manipular as entidades mostradas.

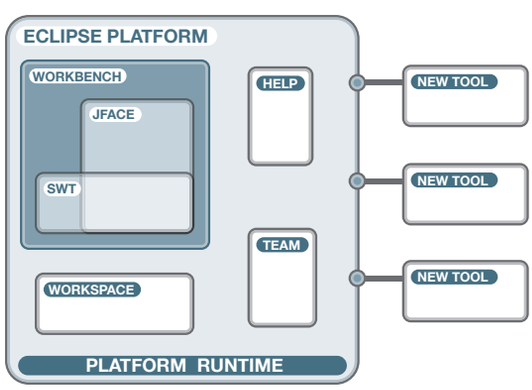


Figura 5 - A arquitectura da plataforma Eclipse.

Sendo *open-source*, prevê-se uma rápida evolução com grande qualidade, mas não é de modo nenhum neste momento uma ferramenta a adoptar para grandes desenvolvimentos.

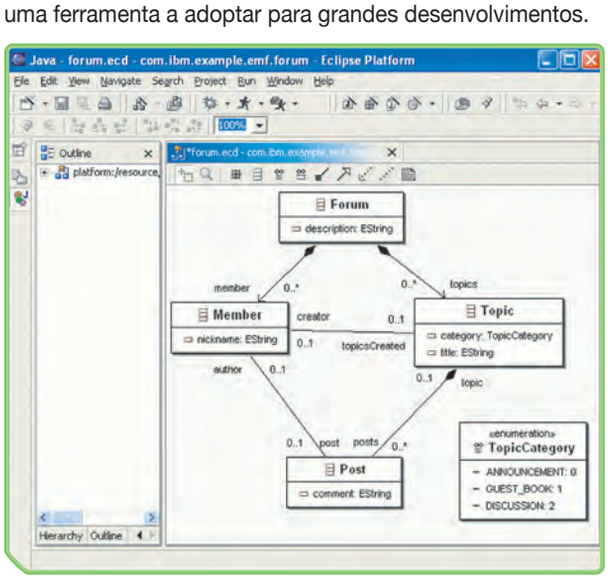


Figura 6 - O Eclipse como Ferramenta de Modelização em UML/Geração de Código

4 Outras Ferramentas

Em **[2]** demonstraram-se algumas ferramentas comerciais, umas mais em fase de protótipo do que outras, mas todas ainda extremamente dependentes de consultoria e formação por parte dos fornecedores.

3.2 Conclusões

O desenvolvimento de software através da MDA revela-se prometedor, mas não está ainda vulgarizado nem ao nível de ferramentas auxiliares nem ao nível do conhecimento, a ponto de poder ser utilizado em desenvolvimentos de larga escala. Ou seja, o custo de criação duma equipa para um desenvolvimento utilizando esta tecnologia é neste momento bastante elevado, uma vez que seria necessário:

Adquirir ferramentas

Formar os utilizadores dessas ferramentas

Obter apoio na utilização dessas ferramentas.

Por outro lado, mesmo que esse conhecimento já fosse generalizado e existissem ferramentas, o conceito está ainda por provar em desenvolvimentos de larga escala e com requisitos exigentes de desempenho. Por exemplo, até que ponto não passaríamos a gastar na geração automática do código os recursos que dantes gastávamos em manutenção?

5 Referências

[1] ***"MDA: three years on"*, Dr. Richard Soley,** OMG Chairman and CEO, **http://www.omg.org/**~soley/mda3yearson.ppt

[2] http://www.modatel.org/

[3] "Model-driven development with Eclipse Modeling Framework, Part 1", Adrian Powell, http://www-106.ibm.com/developerworks/opensource/library/os-ecemf1/

[4] "Eclipse Development using the Graphical Editing Framework and the Eclipse Modeling Framework", http://publib-b.boulder.ibm.com/Redbooks.nsf/RedbookAbstracts/sg246302.html?Openss"**, Communications Fraud Control Association**, March 2003.

José Bonnet

Licenciatura e Mestrado pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Participou em diversos projectos internacionais, tendo liderado um projecto europeu (EURESCOM) sobre o acesso seguro a serviços de telecomunicações. Actualmente é responsável pela unidade de "Soluções de Gestão de Cliente".

É autor de diversas publicações na área de desenvolvimento de *software*, publicadas em Portugal e no estrangeiro.

Vitor Mirones

Ana Cláudia

Augusta Manuela

Helder Alves

Paula Cravo

Álvaro Corga

Tiago Fernandes

DESENVOLVIMENTO DE *SW EMBEDDED* PARA GESTÃO DE ELEMENTOS DA REDE DE ACESSO

Gestão de redes, elemento de rede, SNMP, MIB, agente, TI, webTI

A inclusão de um maior número de sistemas de rede e a complexidade das próprias infra-estruturas de telecomunicações, têm exigido uma maior integração ao nível do conhecimento, tanto das redes de telecomunicações como da respectiva gestão.

Este artigo resume a evolução das metodologias usadas na gestão de redes em telecomunicações, quer a nível global, quer no contexto PTIn. Em seguida, é apresentada a arquitectura de referência para os desenvolvimentos do SW de gestão no âmbito do elemento de rede, actualmente em implementação nos sistemas PTIn. São enumeradas as vantagens da nova abordagem e apresenta-se, também, a adopção evolutiva desta arquitectura nos desenvolvimentos em curso.

1 Enquadramento

Gestão de Redes: Noções Básicas

A Gestão de Redes compreende um conjunto de actividades que visa controlar e monitorar os recursos de uma rede de telecomunicações. Um dos seus principais objectivos é o de permitir que a rede forneça aos seus clientes os serviços por estes contratados, garantindo um adequado nível de Qualidade de Serviço (QoS). Um outro objectivo, igualmente importante, é o de permitir que o operador forneça esses serviços ao menor custo possível.

Genericamente, uma arquitectura de gestão de redes envolve os seguintes elementos chave:

Modelo de Informação

Abstracção dos recursos geridos, representando os seus atributos e operações de gestão que podem ser executadas sobre eles. Estas abstracções são designadas por Objectos Geridos. O conjunto de objectos geridos num determinado sistema constitui a sua Base de Informação de Gestão (MIB – *Management Information* Base).

Gestor

Entidade que processa informação por forma a satisfazer os requisitos de gestão. Estes encontram-se subdivididos em cinco áreas funcionais:

- Gestão de Falhas – Inclui funções para detecção e correcção de condições anormais de operação.
- Gestão de Configuração – Visa a instalação de equipamentos na rede, atribuição de estados e demais parâmetros de configuração.
- Gestão de Desempenho - Permite avaliar o comportamento e a eficiência dos recursos da rede.
- Gestão de Contabilidade – Inclui funções para observação da utilização de recursos e dos custos associados.
- Gestão de Segurança – Controla o acesso aos recursos da rede, de acordo com políticas de segurança, por forma a que a rede não possa ser sabotada e que a informação sensível não possa ser acedida sem a devida autorização.

Agente

Entidade que responde a pedidos de informação e comandos do Gestor. Pode ainda, por sua iniciativa e de modo assíncrono, enviar notificações de mudanças de estado, entre outros.

Protocolos de Gestão

Procedimentos de comunicação utilizados no suporte à informação de gestão entre Gestor e Agente.

A entidade *Gestor* pode ainda ser classificada em função das responsabilidades que lhe estão associadas. Estas organizam-se hierarquicamente em camadas ou níveis lógicos, nomeadamente: Gestão do Negócio, Gestão de Serviços, Gestão da Rede e Gestão do Elemento da Rede.

Gestão do Elemento de Rede

Ao nível da Gestão do Elemento de Rede, cada entidade possui um modelo de informação que representa os seus recursos e funcionalidades. Contrariamente, o modelo de informação do nível da Gestão da Rede representa a própria rede, abstraindo-se das características internas de cada equipamento.

O elemento de rede (ER) desempenha dois tipos de funções:

- Funções de telecomunicações específicas, razão primária da existência do ER.
- Funções de gestão, suportadas por um Agente, que permitem interagir sobre as anteriores.

Resenha Histórica

No início dos anos 80, deu-se uma enorme expansão ao nível da utilização de redes. As empresas aperceberam-se dos ganhos de produtividade criados pelas tecnologias de rede, tendo expandido as infra-estruturas existentes, assim como introduzido novas redes. Estas redes utilizavam simultaneamente, diferentes tecnologias e equipamentos de vários fabricantes, acompanhados de vários sistemas de gestão proprietários.

A gestão destas redes heterogéneas criou sérias dificuldades às organizações, que tiveram necessidade de adquirir sistemas que lhes proporcionassem uma visão global da rede, integrando os sistemas de gestão multi-fornecedor já existentes e automatizando as operações de gestão.

No final da década, surge um novo *standard* imposto pela própria indústria, o *Simple Network Management Protocol* (SNMP), que veio a tornar-se um dos protocolos de referência na gestão de redes de telecomunicações.

Outros esforços foram desenvolvidos em paralelo, dando origem ao modelo de gestão designado por *Telecommunications Management Network* (TMN), baseado no modelo OSI da ISO, considerada a maior iniciativa mundial dos operadores de telecomunicações na área da normalização dos processos de gestão das suas redes.

Posteriormente, e paralelamente às especificações TMN do ITU-T e SNMP do IETF, outros organismos procuraram diferentes soluções para a gestão de redes mais complexas, mais potentes e mais integradas. Uma das soluções que surgiu foi a *Web-Based Enterprise Managment* (WBEM), desenvolvida pela *Distributed Management Task Force* (DMTF). Esta solução torna-se interessante pela noção de gestão distribuída e pela utilização de tecnologias WEB emergentes, tendo sido criada com o objectivo de unificar a gestão de sistemas computacionais. A DMTF desenvolveu para esta solução um conjunto de especificações que incluem um modelo de dados, o *Common Information Base* (CIM), uma especificação de codificação, xmlCIM *Encoding Specification*, e um mecanismo de transporte, CIM *Operations over* HTTP.

Evolução na PTIN

O controlo e gestão dos sistemas desenvolvidos pela PTIN tem evoluído de forma similar ao verificado no resto do mundo: até meados da década de 80, os sistemas apresentavam poucas possibilidades de controlo. Eram constituídos por um ou mais módulos, quase sem pos-sibilidade de configuração, e notificavam as falhas por meio de *leds*, lâmpadas, ou mesmo campaínhas.

No início da década seguinte começaram a ser incluídos controladores nos sistemas, que permitiam oferecer uma maior gama de funcionalidades e serviços. Os Terminais de Gestão Local surgiram logo a seguir, tornando possível configurar os serviços e consultar registos de ocorrências, bem como a análise referente ao desempenho do sistema na rede.

O passo seguinte foi o de dispôr de aplicações que, de um único posto, permitissem consultar e, ou configurar vários equipamentos. Foram os casos dos sistemas LONGA e SVISÃO. As desvantagens inerentes a esta arquitectura prendiam-se com o facto de ser apenas possível dispôr de um centro de controlo, não existindo uma visão global, ao nível da rede.

Actualmente, os sistemas desenvolvidos pela PTIN permitem a configuração e manutenção por Terminal de Gestão Local (TGL) ou através de sistemas de gestão SNMP, como o AGORA NG e o SEQUIRA. Existem diferentes tipos de TGL. Podemos classificá-los quanto ao seu funcionamento: em modo gráfico (Terminais Inteligentes – TI) ou não gráfico (*Command Line Interface* - CLI). Outra classificação possível é quanto ao modo de acesso: porta série ou TCP/IP (HTTP, SNMP, *telnet*).

Os sistemas não só permitem a monitoria e controlo dos seus próprios recursos, como muitas vezes desempenham funções de *proxy* para sistemas que não possuem uma interface de gestão SNMP.

2 Arquitectura de Referência - A Necessidade de um Modelo

A produção de sistemas com base em novas tecnologias e na evolução das já suportadas, veio aumentar significativamente o número e tipo de cenários de configuração. A quantidade de validações de sintaxe e semântica, da responsabilidade das componentes de gestão, cresceu proporcionalmente. A necessidade de redução do tempo de resposta dos equipamentos quanto à rapidez de configuração e à notificação de alarmística é, actualmente, um requisito fundamental.

A evolução dos mercados vem, por outro lado, forçar a aceleração dos ciclos de desenvolvimento. O tempo total de desenvolvimento é cada vez mais curto. Mais ainda, a referida complexidade dos sistemas leva à necessidade de antecipação de alguns dos componentes de gestão, por forma a facilitar o teste e validação funcional dos módulos de baixo nível (*firmware*).

Das condições anteriores, surge a necessidade de uma reorganização profunda dos métodos e processos de desenvolvimento das componentes de gestão dos equipamentos. A gestão do elemento de rede deixa de ser vista como uma área dissociada e na dependência exclusiva das tecnologias onde se insere, para passar a possuir uma "espinha dorsal" comum toda uma família de equipamentos. Aqui, dá-se ênfase ao que é comum aos diferentes sistemas, procurando criar-se um nível de abstracção relativamente à especificidade de cada equipamento.

A arquitectura assim definida deve seguir 5 princípios orientadores:

Modularidade

A divisão das componentes de gestão em módulos bem caracterizados, permite uma análise mais eficiente dos sistemas e consequente delegação de funcionalidades. Para cada módulo, a área de actuação e tarefas a desempenhar ficam bem definidos, facilitando a validação do produto e a detecção de problemas.

Abstracção

A gestão do elemento de rede assenta sobre modelos genéricos, baseados nas diferentes tecnologias utilizadas. O principal objectivo destes modelos consiste na uniformização do contexto de gestão duma tecnologia em particular, criando uma camada de adaptação à implementação específica da mesma em determinado sistema.

Reutilização

A utilização destes modelos, comuns a vários equipamentos, permite, por um lado, a reutilização de código entre sistemas, por outro, definir aplicações de base (*templates*) para cada componente. Estas aplicações implementam um conjunto nuclear de funcionalidades, evitando a repetição de esforços quer de desenvolvimento, quer de validação de soluções.

Flexibilidade

Partindo dos modelos genéricos, cada sistema estende esses mesmos modelos por forma a introduzir as suas particularidades. O princípio aplica-se também às equipas de desenvolvimento, reduzindo a dependência das diferentes soluções relativamente aos indivíduos que as produziram, facilitando futuros desenvolvimentos e actualizações sobre as mesmas, bem como as diversas tarefas de suporte.

Escalabilidade

A modelização centrada nas tecnologias e não nos equipamentos, facilita o seu redimensionamento. A gestão de equipamentos da mesma família pode assentar numa aplicação comum, onde as diferenças entre produtos (tais como o número de placas, número de portos, capacidade de comutação, entre outros) sejam absorvidas por um correcto dimensionamento dos recursos (estruturas, matrizes, etc.).

Da aplicação destes princípios resulta uma optimização dos processos de desenvolvimento. Esta optimização não se manifesta de imediato uma vez que qualquer mudança tem um custo associado. É necessário um esforço adicional de análise e concepção dos sistemas de gestão, por forma a alcançarem-se os modelos propostos e promover a sua reutilização futura. Por outro lado, os modelos evoluem, i. e., cada novo desenvolvimento contribui para realimentar o processo, colaborando num esforço de melhoria contínua.

De salientar ainda as vantagens nas fases pós-produção do desenvolvimento de um equipamento. Fica facilitada a tarefa de identificação de problemas, módulos afectados e respectivas causas, assim como a análise de desempenho do sistema. Eventuais funcionalidades e/ou algoritmos que ofereçam tempos de resposta mais lentos serão mais facilmente detectados e consequentemente melhorados.

Metodologia Adoptada

A migração dos métodos e processos de desenvolvimento não é, tal como foi já referido, imediata. Compreende diferentes fases: definição, especificação, divulgação e implementação. A transição para a nova arquitectura é também ela faseada, por forma a garantir a consolidação dos modelos, a validação dos processos e a maturidade dos mesmos. Resume-se em seguida a metodologia utilizada:

Definir a arquitectura ou modelo de referência

Criar um conjunto de modelos, definições e protocolos que caracterizem os sistemas geridos.

Compilar um conjunto de recomendações

Reunir e manter bibliotecas e *templates* de código a partilhar pelas diferentes equipas de trabalho; criar documentos de referência (*faq* e *howto*) que apontem para problemas e soluções frequentes, e que reunam conselhos práticos de desenvolvimento (*best practices*).

Definir os procedimentos e *interfaces* com os módulos adjacentes

As componentes de gestão do ER interagem com outros módulos (módulos de *firmware*, módulos de gestão central). É assim necessário caracterizar exaustivamente as *interfaces* entre módulos: protocolos de comunicação e funcionalidades suportadas.

Divulgar os pontos anteriores

O sucesso da arquitectura depende fortemente da sua divulgação e aceitação por parte dos vários intervenientes no desenvolvimento dos sistemas geridos. Não só os intervenientes directos, responsáveis pelas componentes de gestão do ER, mas igualmente pelos indirectos, responsáveis pelos sistemas adjacentes (referidos no ponto anterior).

3 Actual Rede da Gestão do Elemento de Rede nos Sistemas PTIN

O desenvolvimento de *software* para sistemas de telecomunicações observa um conjunto de particularidades e cuidados especiais, que vão além dos normalmente necessários em desenvolvimentos de sistemas *embedded* (de pequena dimensão). Normalmente, implicam um funcionamento em contínuo, virtualmente sem interrupções.

As aplicações de gestão devem também elas estar preparadas para funcionar continuamente, mantendo os recursos do sistema (processador, memória, sistema de armazenamento) bem equilibrados. Eventuais necessidades de actuação sobre estas aplicações, quer para parar e reiniciar os seus serviços, quer para actualizar versões, devem, na medida do possível, realizar-se de forma não intrusiva sobre os serviços de telecomunicações, i. e., sem interrupções de serviço.

As características da plataforma computacional utilizada condicionam igualmente as opções na concepção dos sistemas. Os sistemas operativos utilizados restringem-se às versões mais simples e reduzidas das respectivas distribuições. Nestas, não existem muitas das funções e comandos normalmente utilizados pelos administradores dos sistemas de maior porte. A razão desta economia de recursos prende-se fundamentalmente com a memória disponível nestes sistemas (normalmente baixa – 16M, 32M, 64M nalguns casos), assim como com o reduzido espaço no sistema de armazenamento (HDD ou Compact Flash).

Esta redução de escala face a plataformas mais convencionais, que se estende igualmente ao processador (velocidade e capacidade de cálculo), obriga o programador a um cuidado permanente no dimensionamento das estruturas de dados utilizadas, mantendo a ocupação de memória em níveis aceitáveis. A correcta escolha dos algoritmos de implementação será a melhor forma de manter os tempos de resposta dentro dos requisitos pretendidos, face às limitações do processador.

O ambiente de desenvolvimento, por seu lado, caracteriza-se por uma clara separação da plataforma onde o SW é editado e compilado, e a plataforma (equipamento) onde este vai ser executado. O recurso a *cross-compilers* é necessário sempre que o processador utilizado pelo equipamento (ex. Motorola *powerPC*) for diferente do existente na plataforma de desenvolvimento (tipicamente Intel x86).

Uma vez compilado, o SW tem que ser transferido para o equipamento. A análise da execução (*debugging*) depende normalmente de registos enviados para um ficheiro ou para a consola de texto.

Modelo Externo : Actores e Protocolos

No início deste artigo identificaram-se os elementos chave da arquitectura de gestão de redes. **Gestores e Agentes** comunicam através de **Protocolos de Gestão** para gerir os recursos da rede representados em **Modelos de Informação**.

A **Figura 1** apresenta-nos a interligação entre as diferentes entidades definidas no modelo de gestão adoptado no contexto dos desenvolvimentos do ER.

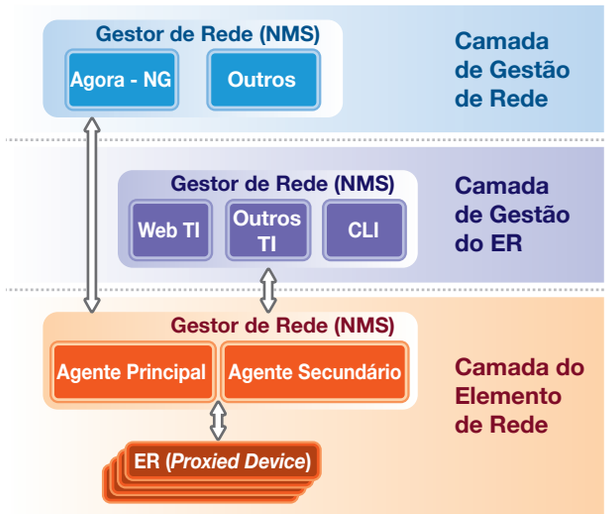


Figura 1 - Modelo de Gestão: Entidades Geridas, Entidades Gestoras

Numa primeira aproximação, ao nível do **Elemento de Rede**, cada equipamento possui um **Agente** que disponibiliza as interfaces de gestão do equipamento.

Em alguns cenários mais complexos, onde uma segunda plataforma de processamento oferece redundância e protecção contra falhas, o processamento de gestão local encontra-se duplicado por ambas as plataformas. O processo **Agente Principal** gere o sistema replicando as alterações de configurações e estados para o processo **Agente Secundário**. Em caso de falha, este último assume o controlo do sistema, garantindo uma protecção efectiva (ao nível da gestão) e transparente para as camadas adjacentes.

O **Agente** de um determinado equipamento poderá ainda representar outros ER que, por serem mais simples tecnologicamente, ou mais antigos, não suportam eles próprios SW de gestão. Através de protocolos proprietários (ex. LONGA), o Agente configura e monitora o estado destes ER. Esta relação de **Agente *Proxy*** vs **Equipamento mediado** permite abranger um leque mais alargado de equipamentos na **Gestão da Rede**. Poderemos encontrar este cenário em equipamentos como o BRouter4 (**Agente** *Proxy*) e o MUXA96 (**equipamento mediado**).

Os **Terminais de Gestão Local** destinam-se a operar individualmente cada ER. Os objectivos destes terminais são vários: garantir uma configuração inicial dos equipamentos durante a instalação dos mesmos; garantir um mecanismo de acesso à gestão do ER sempre que haja necessidade de deslocação ao terreno para resolver eventuais problemas; disponibilizar uma interface simples, rápida e directa que facilite a validação das soluções.

Através dos terminais do tipo CLI, o utilizador pode consultar e modificar as configurações do equipamento, analisar o seu estado e alarmes, através de comandos de linha devidamente hierarquizados. A simplicidade deste

terminal e a sua interface baseada na troca de *streams* de texto permite adaptá-lo com facilidade à porta série do ER ou a uma sessão de *telnet* para o mesmo. Como o processo reside e é executado no próprio equipamento, a plataforma não necessita de requisitos especiais, para além de suportar uma interface RS-232 e/ou *ethernet*, bem como aplicações do tipo cliente de *telnet* ou *hiperterminal*.

A introdução das componentes gráficas permitiu criar terminais com níveis de usabilidade mais elevados. A maior abstracção destes terminais perante a complexidade dos sistemas geridos, permite alargar o universo de possíveis utilizadores do sistema, e está na base do nome pelo qual são conhecidos – **Terminais Inteligentes**. Cada um destes terminais consiste numa aplicação especialmente desenvolvida para o gerir. É criada para ser executada em determinado contexto (normalmente *Windows* ou *Linux*) e necessita de ser instalada na plataforma do utilizador. A comunicação com o ER pode ser feita recorrendo a vários protocolos, incluindo o SNMP e o *telnet*.

Os problemas levantados com a dependência dos TIs da plataforma onde são executados e a consequente necessidade de instalação, estiveram na origem da sua evolução para as tecnologias WWW. Os *webTIs* necessitam apenas que a plataforma do utilizador possua um *Web Browser*. A aplicação *Web* reside no equipa-mento sendo disponibilizada através de um pequeno serviço HTTP. A informação propriamente dita é trocada através do mesmo protocolo (HTTP) e codificada em mensagens XML.

Ao nível da **Gestão de Rede**, o âmbito dos gestores ultrapassa o de cada equipamento. Estes gestores interagem com vários equipamentos de diferentes tipos e ao mesmo tempo. Cada elemento de rede deve estar preparado para ser gerido por gestores PTIn como o SEQUIRA e o AGORA-NG, mas poderia ser igualmente gerido por qualquer outro NMS. A utilização de um protocolo normalizado e globalmente utilizado como o SNMP e a manutenção cuidada de um conjunto de MIB (normalizadas e privadas) oferece-nos garantias desta interoperabilidade.

Modelo Interno do Elemento de Rede

Como foi referido nos pontos anteriores, a entidade **Agente** representa o equipamento do ponto de vista da gestão. A diversidade de gestores e protocolos de gestão, e a multiplicidade de arquitecturas de ER (com redundância e elementos mediados) tornam este **Agente** numa entidade complexa e composta por diferentes módulos ou aplicações.

Na **Figura 2** estão representados os diferentes módulos que constituem o **Agente** e suas interacções.

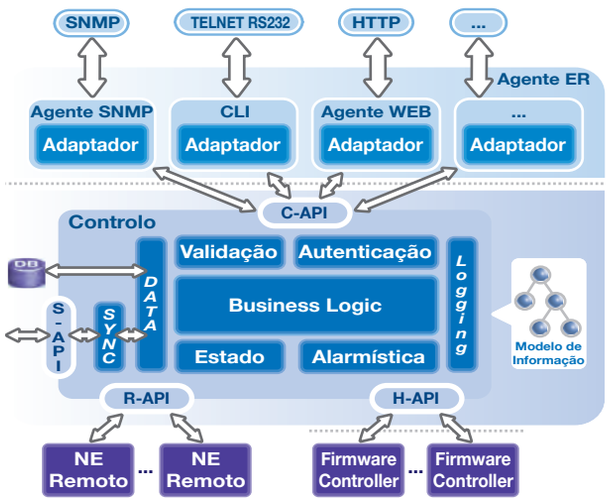


Figura 2 - Modelo Lógico: Processos e Protocolos

Da figura apresentada identificam-se claramente dois níveis: os processos de adaptação aos gestores externos e o processo principal de gestão do elemento de rede – o **Controlo**.

Este **Controlo** implementa a gestão do ER, abstraindo-se das particularidades associadas a cada tipo de gestor. A clara separação relativamente aos processos de *firmware* garante-lhe independência funcional. O desenvolvimento paralelo e independente deste módulo é possível após a definição das *interfaces* de comunicação com os módulos adjacentes (x-API). As características e funções deste módulo resumem-se em:

Disponibilização de uma API comum de gestão (C-API), suportando gestão simultânea e vários gestores;
Suporte do Modelo de Informação (MI) representativo do ER;
Validação dos parâmetros de configuração de acordo com o MI definido;
Garantia de persistência de configurações através da manutenção em exclusividade de uma pequena Base de Dados (BD);
Controlo de acessos;
Comunicação com módulos de *firmware* (quer do próprio equipamento, quer de ERs mediados por ele);
Garantia de sincronismo de configurações e estados com o seu par, num cenário de redundância de processamento;

Os processos de adaptação (**agentes**) têm por função atender os pedidos dos diferentes gestores, suportando os protocolos necessários para o efeito. O acesso ao módulo de controlo, onde reside a lógica do sistema, é realizado pelo protocolo C-API, comum a todos os **agentes**.

A introdução de um novo tipo de gestor e/ou novo tipo de protocolo de gestão fica absorvida nesta camada, não afectando o módulo principal de gestão.

O **Modelo de Informação** de cada ER, tem por base um conjunto de modelos genéricos e comuns aos vários equipamentos desenvolvidos. A especificidade de cada equipamento é acrescentada apenas ao seu modelo, não afectando os modelos base.

A criação destes modelos segue os seguintes princípios orientadores:

Definição de um modelo que identifique os objectos geridos comuns a todos os equipamentos. Este modelo é a base de qualquer novo desenvolvimento.
Definição de modelos das tecnologias suportadas (ATM, SDH, *Ethernet*, IP, etc.). Estes modelos assentam nas normas associadas a cada tecnologia.
Para cada objecto gerido identificado em cada modelo, caracterizá-lo tão completamente quanto possível atendendo a: propriedades e funcionalidades, comportamentos e eventos, estados possíveis e restrições aplicáveis.
Manter um grau de abstracção elevado nos modelos, garantindo uma fácil adaptação destes a uma determi-nada implementação (ex. mensagens XML, estrutura da base de dados, etc.).

A **Figura 3** ilustra este último princípio. Apesar das MIB servirem como ponto de partida na definição dos modelos, funcionando como referência, o modelo central deve permitir diferentes tipos de implementação das estruturas associadas aos objectos geridos.

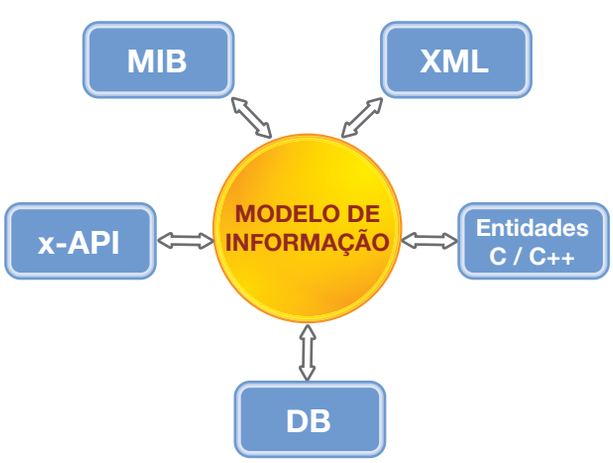


Figura 3 - Modelo Lógico: Processos e Protocolos

4 Conclusões

Os primeiros esforços de introdução desta arquitectura foram realizados durante os desenvolvimentos do µDSLAM32. A separação dos processos facilitou os desenvolvimentos paralelos das diferentes componentes e viabilizou a introdução dos *webTIs*, uma vez que a coerência das configurações é garantida pela existência de um único módulo de Controlo.

Neste equipamento, os diferentes módulos funcionais não se encontram ainda totalmente separados, em conformidade com a nova arquitectura. Podemos encontrar funcionalidades de *firmware* no módulo de Controlo, nomeadamente no que diz respeito aos recursos relacionados com a tecnologia ATM.

Por tratar-se dum sistema modelo (pioneiro na nova arquitectura), houve necessidade de definir e implementar um conjunto de bibliotecas e aplicações de suporte (ex. comunicação entre processos, servidor HTTP), sendo este esforço recompensado em desenvolvimentos posteriores.

A reutilização de componentes de SW, começou a ser feita no Mabel32, ainda durante o desenvolvimento do µDSLAM32.

Na solução Emilo-NG, as vantagens da nova arquitectura tornaram-se mais evidentes. A modularidade da arquitectura facilitou o desenvolvimento faseado e a progressiva introdução de novas placas e tecnologias ao sistema. A flexibilidade e escalabilidade da mesma permitiu incluir numa única solução o SW dos diferentes tipos de equipamentos da família Emilo (Emilo-SNT, Emilo-S14, Emilo-S14 extendido).

Os novos desafios da solução DSLAMi posicionam-se como um bom teste à arquitectura e aos **Modelos de Informação** definidos. A complexidade dos novos equipamentos (MDSLAM) e a variedade de tecnologias suportadas pelos mesmos será compensada pela reutilização de módulos previamente desenvolvidos e testados, tornando assim possível concentrar os esforços de desenvolvimento nas componentes e funcionalidades do modelo ainda não implementadas noutros equipamentos (ex. redundância de processamento).

5 Referências

ITU-T: M.3010, "*Principles for a Telecommunications Management Network*"
ITU-T: M.3100 "*Generic Network Information Model*"

Internet Engineering Task Force (IETF), http://www.ietf.org

Ericsson – *Understanding Telecommunications*, http://www.ericsson.com/telecom/index.shtml

SimpleWeb, http://www.simpleweb.org

Douglas Comer, "Internetworking with TCP/IP Vol. I: Principles, Protocols, and Architecture", 4th Edition, Prentice Hall

Roger S. Pressman, "Software engineering, A practitioner's approach", third edition, McGraw-Hill

William Stallings, "Data and Computer Communications", 5th Edition, Prentice Hall

William Stallings, "SNMP, SNMPv2, SNMPv3 and RMON 1 and 2", 3rd edition, Addison-Wesley

Vitor Mirones (PT Inovação)

Licenciado em Engenharia Electrotécnica e Computadores, ramo de Telecomunicações, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (1994).

No CET desde 1995 onde colaborou na área das Tecnologias Multimédia e Desenvolvimento de Serviços e Aplicações.

Actualmente na área de "Sistemas e Infraestruturas de Rede - SIR" participando no desenvolvimento das componentes de gestão dos equipamentos PTIn da rede de acesso.

Augusta Manuela (PT Inovação)

Licenciada em Matemática, ramo de Ciência da Computação, pela Universidade de Coimbra em 1992.

Desenvolveu a sua actividade profissional no Centro de Estudos de Telecomunicações, actualmente PT Inovação, em áreas como a gestão de redes de telecomunicações, tecnologias de suporte às redes de banda larga e das redes IP.

Actualmente desenvolve actividades relacionadas com a gestão de elementos de rede.

Ana Cláudia (PT Inovação)

Licenciada em Eng.ª Electrotécnica, ramo Telecomunicações e Electrónica, pelo Dep. de Eng.ª Electrotécnica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, a 16 de Julho de 1998.

Realizei o estágio "Horizontes 98", na Portugal Telecom, S. A., entre 1 de Outubro de 1998 e 30 de Junho de 1999, em Lisboa, na Direcção de Postos Públicos/Gestão de Operações. A partir de 1 de Julho de 99 fui integrada nos quadros da Portugal Telecom, S. A., ficando como gestora dos Sistemas de Supervisão dos Postos Públicos. A 1 de Outubro de 2000 fui cedida à PT Inovação, tendo sido integrada no Departamento de Sistemas e Infra-estruturas de Rede, onde participei nos projectos Eurochip e FEPE.

Actualmente, faço parte da equipa que desenvolve aplicações de gestão de elementos de rede e agentes SNMP.

Helder Alves (PT Inovação)

Licenciatura em Eng. Electrónica e de Telecomunica-ções, pela Universidade de Aveiro (1990), trabalha na desde 1990, é actualmente responsável pela Unidade Funcional de Gestão Local e Qualidade de Serviço. Tem a cargo os projectos ArQoS (recolha e análise de indicadores da QoS em redes móveis) e OMG_SIRAC (desenvolvimento de terminais Web e agentes SNMP, no contexto da gestão do portfólio de sistemas PTIN – soluções NetB@nd).

Tem uma vasta experiencia de liderança de projectos na área do desenvolvimento de sistemas e soluções de suporte à qualidade de serviço da rede e terminais RDIS: QUASIMODO; SCP-RDIS; NTTab e MUXRDIS.

Paula Cravo (PT Inovação)

Licenciada em Engenharia Electrónica e Teleco-municações pela Universidade de Aveiro, em 1993.

Iniciou a actividade profissional no CET em 1992, na área de Desenvolvimento de Produtos, tendo estado envolvida no desenvolvimento de software OMG de diversos tipos de equipamentos de transmissão: MUXFLEX, INTERCEPTOR, SERTO2000, SCP Analógico, OPERA, SVISÃO, etc. Entre 1992 e 1995 ministrou vários módulos do curso de formação profissional Técnicos de Software da responsabilidade da CGTP/IN. De 1998 a 2001 a sua área de actividade centrou-se no desenvolvimento de aplicações de gestão SNMP para o sistema AGORA NT. Em consequência, elaborou diversas publicações internas, partes constituintes dos manuais de instalação e utilização dos sistemas em que colaborou.

Actualmente desenvolve agentes SNMP para sistemas de transmissão PTIN

Álvaro Corga (Withus - Inova Ria)

Licenciatura em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro (1999). Pós-graduação em Gestão Empresarial pelo Instituto Superior de Administração e Gestão (2004).

Sócio gerente da empresa WITHUS, Serviços de Informática e Telecomunicações.

Trabalha na área do desenvolvimento de sistemas de gestão para a PT Inovação em regime de outsourcing.

Tiago Fernandes (Withus - Inova Ria)

Licenciatura em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações pela Universidade de Aveiro.

Tem vindo a colaborar desde 2000, em diversos projectos da PT Inovação, nomeadamente na área de desenvolvimento de terminais de operação manutenção e gestão (terminais inteligentes e terminais Web) de equipamentos de rede das soluções PTin.

Actualmente trabalha na empresa da rede de inovação - WITHUS..

José Ribeiro

Luis Cardoso

Vitor Santos

AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO DE SERVIÇOS NGIN

Serviços de Rede Inteligente, Ferramentas CASE, Desenvolvimento de Serviços de Rede Inteligente

Na actual conjuntura de elevada concorrência vivida pelos operadores de telecomunicações um dos factores chave de sucesso assenta na capacidade destes para oferecer aos seus clientes serviços inovadores e *time to market*. A PT Inovação, através da sua solução de rede inteligente - NGIN, garante aos operadores o fornecimento desses mesmos serviços de forma rápida e flexível, oferecendo assim aos operadores uma preciosa vantagem competitiva face aos demais concorrentes. Isto deve-se em parte à utilização, por parte da PT Inovação, de ferramentas CASE na criação dos seus serviços de rede inteligente. Este artigo centra-se na apresentação de parte do ambiente de desenvolvimento de serviços de rede inteligente e em particular na apresentação das ferramentas CASE (NGIN SCE, SACG), desenvolvidas na PT Inovação, utilizadas para suportar este ambiente.

1 Introdução

Este artigo apresenta, de forma sucinta, uma pequena parte do complexo ambiente de desenvolvimento de serviços de Redes Inteligentes (RI) baseados na solução NGIN. Mais especificamente, vão ser apresentadas algumas das ferramentas desenvolvidas e utilizadas pela PTInovação no desenvolvimento de serviços NGIN. Entre elas destaca-se o NGIN SCE, desenvolvida na PT Inovação, que, por natureza, é a principal ferramenta de desenvolvimento da lógica de controlo de sinalização dos serviços de RI. Outras existem para ajuda/apoio ao desenvolvimento dessas próprias ferramentas de desenvolvimento de serviços. Outras ainda existem para complementarem o ambiente de desenvolvimento de serviços, no âmbito das lógicas de controlo de negócio, tais como o TOAD ou o SQL *Expert* e *Tunning* mas que não serão alvo de destaque neste artigo.

Assim, na secção 2 será feito um enquadramento do tema, apresentando a solução NGIN para as redes inteligentes e as ferramentas utilizadas actualmente para o desenvolvimento de lógicas de serviço para esse mesmo ambiente.

Na secção 3 será apresentada uma descrição mais detalhada, do ponto de vista de utilização, da ferramenta NGIN SCE. Finalmente, a secção 4 apresenta algumas conclusões.

1 Enquadramento

Enquadrar o tema deste artigo, ambiente de desenvolvimento de serviços NGIN, pressupõe várias etapas e também algumas premissas, nomeadamente, estar familiarizado com os termos serviços de Telecomunicações, arquitectura de Redes Inteligentes (RI), solução e arquitectura NGIN e ferramentas de *software*. Portanto, as várias etapas serão: a arquitectura de RI, a solução NGIN para as redes de telecomunicações, a constituição de um serviço NGIN e o modo de construção e a apresentação das ferramentas utilizadas para o desenvolvimento e execução de lógicas de serviço NGIN.

2.1 Modelo de Redes Inteligentes

O modelo conceptual das RI foi definido pelo organismo de normalização ITU-T, mais especificamente nas normas Q.12xx **[1]**.

Este modelo conceptual consiste em quatro planos, apresentando cada um dos planos uma visão abstracta distinta sobre as capacidades apresentadas por uma rede IN. Esses quatro planos endereçam aspectos de Serviço, Funcionalidade Global, Funcionalidade Distribuída e Aspectos Físicos.

No **Plano de Serviços** é apresentada uma visão exclusivamente orientada ao serviço (não inclui detalhes de implementação). Contém os serviços tal como são vistos pelo utilizador. A rede é encarada neste nível numa perspectiva muito global como simples fonte de serviços.

No **Plano Funcional** a rede é ainda vista numa perspectiva global e de alto nível de modo a esconder a distribuição das funções. Este plano foi introduzido de modo a abarcar o conceito de Criação de Serviços. Ele apresenta a visão do Fornecedor de Serviços sobre o processo de criação de serviços. Os serviços são aqui referidos em termos de funções mais genéricas necessários ao seu suporte. Estas funções não são específicas de nenhum serviço e são referidas como Blocos de Construção Independentes do Serviço (SIB). Neste plano as entidades presentes são:

SIB, que representam não só capacidades da rede reutilizáveis e normalizadas, mas também o controlo destas mesmas capacidades de rede utilizadas na realização de serviços e de opções de serviço *(service features)*. Um SIB especial, o BCP *(Basic Call Process)* fornece as capacidades básicas para permitir o controlo da invocação e retorno dos outros SIB

Lógica de Serviço Global, a qual descreve como é que os SIB são encadeados para a realização de opções de serviço, e também descreve as interacções, incluindo informação trocada entre o BCP e as cadeias de SIB. A esta lógica corresponde a lógica de Controlo de Sinalização (LCS) que será o enfoque deste artigo.

2.2 Arquitectura NGIN

Depois de uma pequena abordagem ao modelo de RI, apresenta-se de seguida a arquitectura global NGIN, que é a solução da PT Inovação para as RI. A solução NGIN é composta basicamente por dois grandes sistemas: o NGIN Core e o NGIN ProCare.

O sistema NGIN ProCare é responsável pela gestão de clientes e pelo seu aprovisionamento nos diversos sistemas envolventes, internos ou externos ao NGIN, sejam eles o NGIN Core ou os diversos sistemas de informação do operador de telecomunicações.

O NGIN Core é o sistema de controlo em tempo real de serviços oferecidos por um operador de telecomunicações onde a solução esteja instalada. Este sistema é baseado no conceito de Redes Inteligentes, permitindo não só o controlo centralizado de chamadas em Comutação de Circuitos (CC) através do controlo da sinalização SS7 enviada pela rede de telecomunicações às plataformas NGIN, como também permite o controlo de sessões sobre a rede de Comutação de Pacotes (CP),

para além do controlo do envio de mensagens curtas escritas, de mensagens multimédia, ou mesmo o controlo de serviços em redes *Wireless* LAN e de Banda Larga.

A seguinte figura esquematiza a arquitectura NGIN, centrando-se no sistema NGIN Core. As abreviaturas CSN e PSN significam: Circuit Switch Network e *Packet Switch Network.*

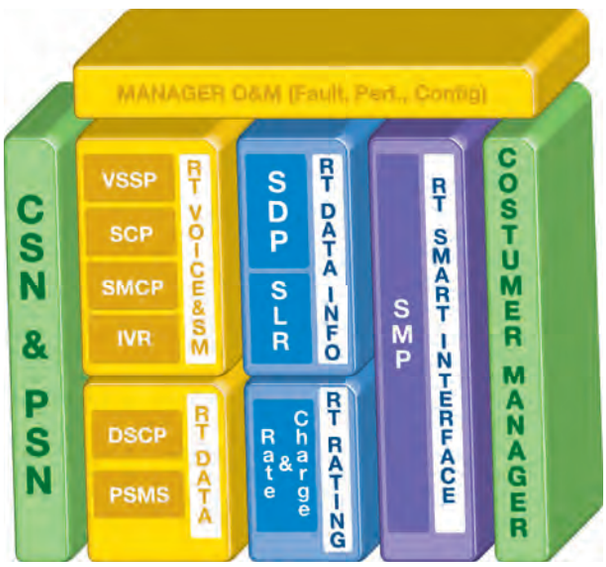


Figura 1 - Arquitectura NGIN

Conceptualmente, o NGIN Core está estruturado em 3 níveis básicos, tal como representado na figura que se segue.

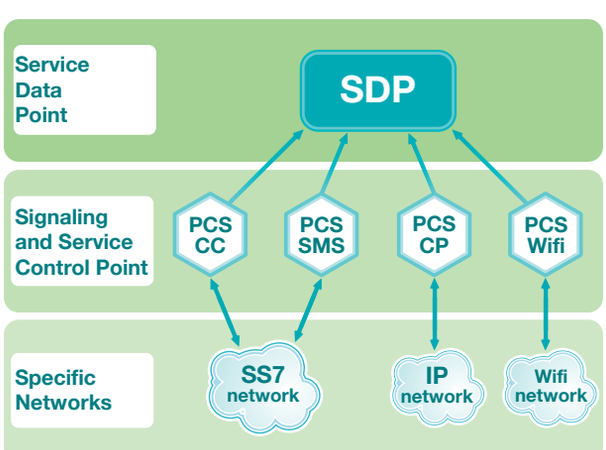


Figura 2 - NGIN Core Estruturado em 3 Níveis

A ideia base da solução assenta na desagregação do repositório de informação de clientes/serviços, bem como da lógica de negócio associada ao controlo dos serviços e à sua correcta tarifação em tempo real, dos Pontos de Controlo de Sinalização (PCSs) que podem tomar a forma de VSSP-SCP para CC, DSCP para CP, WSCP para WiFi, etc., pontos esses que podem ir sendo agregados à solução para incrementar novas facilidades de controlo em tempo real à medida que as necessidades do operador e dos clientes vão evoluindo.

Desta forma, temos o nível SDP, composto por Base de Dados onde se residem os planos de serviços, os perfis e informação específica dos utilizadores, tal como o seu saldo, por exemplo, e as lógicas de serviço. Através da combinação de informações de plano, perfis e outras provenientes das redes específicas, a lógica de serviço, para cada chamada/sessão/evento, controla a utilização dos serviços, tarifando e gerindo os saldos dos utilizadores.

No segundo nível encontram-se os Pontos de Controlo de Sinalização que são responsáveis pelo controlo efectivo da sinalização da rede de telecomunicações, permitindo responder de forma adequada aos eventos de rede originados por chamadas, sessões ou eventos, indicando à rede o que deve ser feito para prosseguir (completar, rejeitar, reencaminhar, etc.).

Este controlo da sinalização é feito através da execução de uma lógica designada por Lógica de Controlo de Sinalização (LCS) que permite, por um lado, controlar os eventos da rede e, por outro, invocar no SDP uma outra lógica, a **Lógica de Controlo de Negócio** (LCN). É esta LCN que decide como é que a LCS deve prosseguir com a chamada/sessão/evento. Qualquer decisão tomada pela LCN é baseada na consulta da informação do cliente armazenada na Base de Dados SDP. Essa decisão é transmitida à LCS e esta, por sua vez, converte-a num comando específico de sinalização a enviar para a rede.

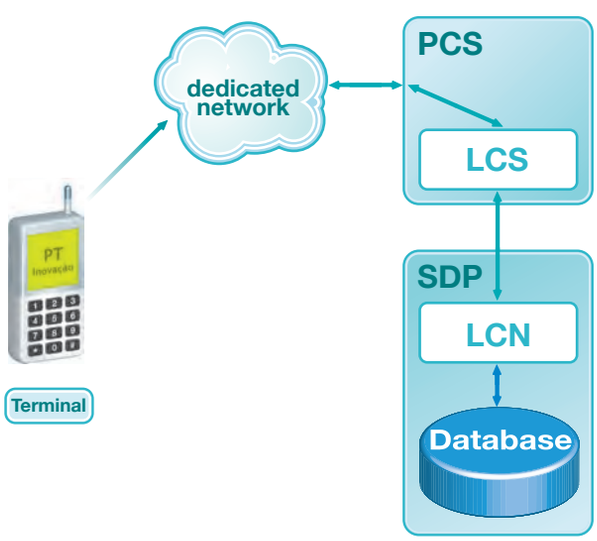


Figura 3 - Localização das Principais Lógicas de Controlo

A **Figura 3** pretende representar a estreita relação que existe entre a lógica LCS que corre num determinado PCS e a lógica LCN que corre no SDP.

2.3 O Processo de Construção de Serviços NGIN

A construção de um serviço NGIN, ao contrário do que possa parecer, é um processo bastante complexo que requer níveis de conhecimento altamente especializados e, por esse facto, assentes em equipas multidisciplinares. Destaca-se a necessidade de conhecimentos profundos em áreas tais como: redes de telecomunicações (inter-funcionamento, protocolos de comunicação, comportamentos das entidades constituintes e funcionalidades oferecidas); modelização, administração e optimização de Base de Dados seja para sistemas do tipo OLTP *(OnLine Transaction Processing)* (como é o caso do SDP, BD de reduzida dimensão mas com elevado *throughput* com requisitos de resposta em tempo real) como do tipo DSS *(Decision Support System)*; sistemas de informação e os paradigmas a eles associados; entre outros.

A construção de um serviço completo implica desenvolver, para além das lógicas LCS e LCN, diversas outros componentes distribuídos pelos vários sistemas que compõem a solução NGIN.

Na **Figura 4** encontram-se representados os principais componentes de um serviço completo NGIN.

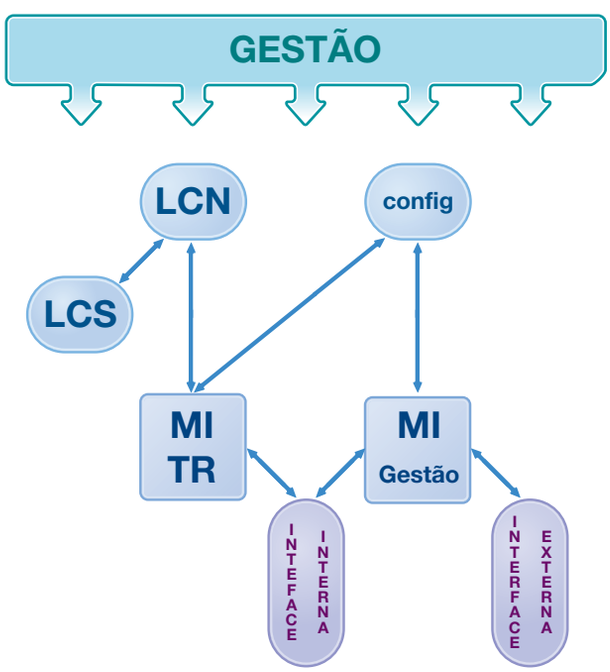


Figura 4 - Componentes Básicos de um Serviço

Para além das lógicas LCS e LCN, já referidas anteriormente, é necessário: construir o modelo de informação (MI) que dá suporte à informação necessária ao controlo em tempo real de qualquer chamada/sessão/evento; construir o MI de Gestão, que normalmente reside no sistema NGIN ProCare; desenvolver as interfaces de integração internos e as interfaces com os sistemas de informação externos; desenvolver ferramentas gráficas adequadas à configuração dos MI; e desenvolver ferramentas de gestão de toda a solução que suporte o serviço, incluindo ferramentas de *reporting* e estatísticas tanto de negócio como operacionais.

Para suportar todo este ambiente de desenvolvimento para um determinado serviço, tal como o PrePago Móvel, é necessário ter bem definidos processos e procedimentos de desenvolvimento apoiados por um vasto conjunto de ferramentas flexíveis e eficientes.

2.4 A Componente LCS de um Serviço NGIN e o Conceito de RI

O enfoque deste artigo restringe-se apenas ao ambiente de desenvolvimento das Lógicas de Controlo de Sinalização. Esse ambiente inclui não só as ferramentas para o desenvolvimento da própria LCS, para a sua monitorização e testes e para a execução em produção dos serviços desenvolvidos, como também inclui o ambiente e métodos necessários ao desenvolvimento e evolução dessas próprias ferramentas.

Regra geral, o desenvolvimento da lógica LCS de um serviço do tipo PrePago Móvel representa cerca de 5 a 10% de todo o esforço necessário para desenvolver o serviço na sua plenitude, desde a construção da LCN até à construção dos interfaces com os sistemas de informação, passando pelas ferramentas de configuração, gestão e operação. Mesmo assim, só a LCS pode atingir níveis de complexidade elevados para serviços do tipo PrePago, nomeadamente, podendo conter entre 900 a 1000 SIB todos interligados entre si.

Por essa razão, é de fulcral importância ter um bom ambiente de desenvolvimento de LCS que permita não só construir lógicas de forma rápida e eficiente mas com excelente qualidade.

O principal componente desse ambiente de desenvolvimento é o NGIN SCE *(Service Creation Environment)* que implementa o ambiente de desenvolvimento de serviços e que é baseado no modelo conceptual das RI.

Segue-se a **Figura 5** com a modelização do Plano Funcional Global.

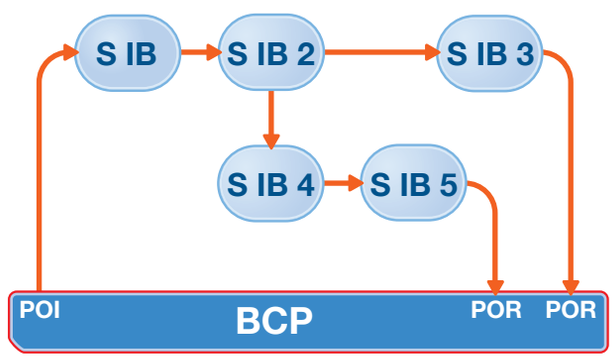


Figura 5 -Modelização do Plano Global

Cada lógica LCS é baseada num fluxograma constituído por SIB interligados entre si. O fluxo é determinado à

medida que cada SIB é executado. Cada SIB pode ser instanciado diversas vezes dentro de uma mesma lógica permitindo ter diferentes comportamentos mediante configurações diferentes. As configurações são suportadas em SSD *(Service Support Data)* e são submetidas a dados dinâmicos recolhidos durante uma chamada/sessão. Esses dados dinâmicos são armazenados em CID *(Call Instance Data)*.

O SIB BCP é especial no sentido em que modeliza os estados de controlo de uma chamada. Cada fluxo de SIB inicia no BCP através de POI *(Point Of Initiation)*, por exemplo, BUSY, ANSWER,etc. O fluxo termina no BCP através de um POR *(Point Of Return)*, por exemplo, *Call Clear, Proceed With New Data, Continue With Existing Data,* etc.

Convém realçar que os fluxos de SIB além de implementarem a LCS, também permitem executar a LCN. Para isso utiliza-se a BD ORACLE através da linguagem PL/SQL e através do SIB SDM *(Service Data Management)*.

Baseado neste modelo conceptual foi então desenvolvida a ferramenta NGIN SCE para a criação, testes e monitorização de LCS e a entidade funcional SCF *(Service Control Function)* que permite a execução em tempo real das lógicas desenvolvidas.

Esta entidade funcional é uma componente constituinte do sub-sistema SCP *(Service Control Point)* que pertence ao NGIN Core. Por sua vez, o SCP é um dos componentes que permite o controlo de serviços de redes de Comutação de Circuitos.

2.5 Ambiente de Desenvolvimento de Serviços NGIN

A construção das lógicas LCS e LCN de serviços NGIN implica a utilização de uma panóplia de ferramentas que permitem criar o fluxo de SIB, e também editar PL/SQL bem como efectuar parametrizações e monitoria da BD. A seguinte figura representa as ferramentas disponíveis.

Figura 6 -Aplicações Disponíveis para a Construção de Lógicas de Serviço NGIN

Das ferramentas aqui indicadas para o desenvolvimento, uma foi desenvolvida pela PT Inovação – NGIN SCE. O detalhe da sua utilização será apresentado mais adiante neste artigo.

As ferramentas TOAD, SPOTLIGTH e SQL Tuning foram desenvolvidas pela QUEST e suportam o desenvolvimento e *Tunning* de código PL/SQL para BDs ORACLE. A ferramenta Entreprise Manager suporta essencialmente o *Tunning* da BD.

3 Utilização da Aplicação NGIN SCE

O NGIN SCE é a ferramenta utilizada para o desenvolvimento dos fluxos das LCS de serviço NGIN. A sua utilização permite não só o desenho do fluxo da lógica mas também a sua validação durante a fase de testes. Para isso o NGIN SCE disponibiliza dois modos distintos de utilização, modo de criação e modo de monitorização, utilizados nas fases de desenho e testes, respectivamente. Cada um desses modos é sucintamente descrito nas subsecções seguintes.

3.1 Construção do Fluxo das Lógicas de Serviço

A construção do fluxo das lógicas LCS dos serviços NGIN é efectuada no “modo de criação” do NGIN SCE. Embora fosse possível definir este fluxo de uma forma tabelar, a utilização de uma ferramenta que permita fazê-lo de uma forma visual permite que o fluxo do serviço seja construído de forma intuitiva e mais rápida, para além de diminuir drasticamente a introdução de erros. Esta possibilidade é particularmente importante se tivermos em conta que um serviço pode conter entre 900 a 1000 SIB interligados entre si. Foi com isto em mente que o NGIN SCE foi desenvolvido, proporcionando ao seu utilizador um ambiente gráfico que permite o desenho do fluxo de forma bastante intuitiva.

No NGIN SCE o utilizador começa por seleccionar o tipo de serviço que pretende construir. Para cada tipo de serviço seleccionado a ferramenta disponibiliza sempre um conjunto de SIB base, que estão disponíveis em todos os tipos de serviço e um conjunto de SIB dependentes do tipo de serviço seleccionado. Cada tipo de serviço está directamente relacionado com as capacidades da RI onde vai ser suportado o serviço. Actualmente o NGIN SCE suporta 4 tipos de serviços: CS1v1, CS1v2, CS2, GPRS c/ CAP3, SMS c/ CAP3.

A **Figura 7** apresenta o modo de criação do NGIN SCE. O utilizador dispõe de uma área de desenho (área central na figura) onde vai construindo o fluxo do serviço à custa do *drag-and-drop* de SIB disponibilizados numa *toolbox* (*toolbox* do lado esquerdo na **Figura 7**). Tendo em conta o elevado número de SIB dos serviços, a ferramenta

permite que o fluxo seja construído em várias páginas, existindo objectos especiais para efectuar a ligação do fluxo entre páginas diferentes.

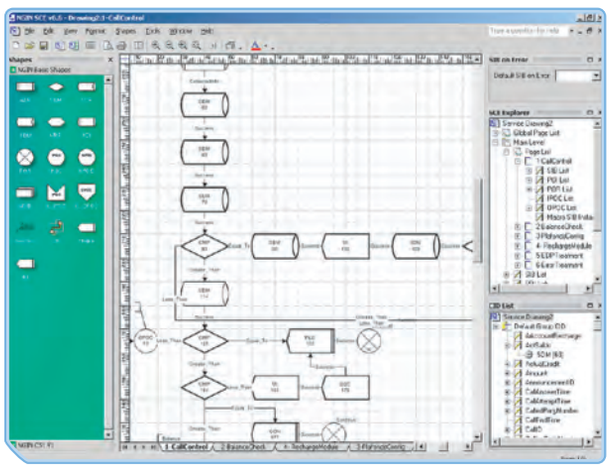


Figura 7 - NGIN SCE - Modo de Criação

Para além do desenho do fluxo, a construção da lógica LCS passa ainda pela definição do conjunto de CID, o que pode ser feito utilizando uma *toolbox* que apresenta os CID agrupados num objecto do tipo árvore (*toolbox* inferior no lado direito da **Figura 7**), sendo possível abrir na árvore cada CID para visualizar os SIB que o estão a utilizar.

Depois de completar o desenvolvimento do fluxo da LCS, que para além do desenho do fluxo de SIB implica o preenchimento dos parâmetros, SSD, de cada um dos SIB instanciados, o utilizador tem ainda a possibilidade de gerar um ficheiro num formato adequado ao carregamento no NGIN SCF. Neste processo o NGIN SCE valida toda a informação avisando o utilizador no caso de faltar informação ou no caso de falhas no fluxo.

Uma das mais importantes funcionalidades do NGIN SCE é fornecida através do conceito de Macro SIB. O seu objectivo é permitir que fluxos repetidos apenas necessitem de ser desenhados uma vez, podendo depois ser reutilizados em vários pontos do fluxo do serviço. Por forma a incentivar a reutilização destes fluxos entre serviços diferentes existe ainda a possibilidade de importar para um novo serviço um Macro SIB existente noutro serviço. Opcionalmente, esta importação pode ser feita como um *link* simbólico, o que implica que a edição do Macro SIB apenas possa ser feita no ficheiro origem, existindo depois a possibilidade de o actualizar de forma automática nos serviços onde ele é referenciado como *link*.

O conceito de Macro SIB permite não só diminuir o tempo de desenvolvimento, através da reutilização de componentes do serviço que se repetem em vários sítios, como também simplificar o trabalho de equipa, pois fornece uma forma clara de separar o desenvolvimento de componentes do fluxo do serviço entre vários programadores.

Para além destas funcionalidades específicas, o NGIN SCE disponibiliza todo um conjunto de funcionalidades que são tipicamente oferecidas neste tipo de ferramentas gráficas, como por exemplo *zoom*, árvore hierárquica de todos os objectos, pesquisa, cores por tipo de SIB, etc..

Os serviços são armazenados em ficheiros que para além de informação técnica específica do fluxo podem ter associado um conjunto de informação de controlo: autor, versão, operador a que se destina, comentários.

3.2 Monitorização de Lógicas de Serviço

A monitorização é o processo que permite acompanhar no NGIN SCE o fluxo de execução das lógicas dos serviços no NGIN SCF para cada chamada que este processa. Esta funcionalidade é disponibilizada pelo NGIN SCE no “modo de monitorização”, sendo utilizado na fase de testes para validar que o fluxo definido se comporta de acordo com os objectivos para que foi desenhado.

Para conseguir monitorar em tempo real o fluxo de execução de um serviço, o NGIN SCE tem que ser capaz de comunicar com o NGIN SCF. Isso foi conseguido através de troca de mensagens entre os dois sistemas via *sockets*. O estabelecimento da ligação é sempre da responsabilidade do NGIN SCE, sendo para isso necessário o utilizador definir o endereço IP e o Porto do NGIN SCF pretendido. Depois de estabelecida a ligação o utilizador pode monitorar quantas chamadas desejar, cabendo-lhe sempre a iniciativa de indicar ao NGIN SCF o que pretende monitorar. Se nada for indicado o NGIN SCF monitora a primeira chamada que apanhar para o serviço que for indicado. Opcionalmente é possível indicar o número chamador e/ou chamado da chamada que se pretende monitorar. Durante o processo de monitorização o NGIN SCF envia ao NGIN SCE a sequência de SIB que vão sendo executados assim como a evolução dos valores dos dados dinâmicos (CID) entre cada SIB. Cabe ao utilizador indicar os CID que pretende monitorar.

Durante a monitorização de uma chamada os dados recolhidos pelo NGIN SCE são utilizados para mostrar no desenho do fluxo os SIB que estão a ser executados, o que é feito através da alteração da cor dos SIB (conforme se mostra na **Figura 8**). Adicionalmente, todas as informações recolhidas são apresentadas de forma tabelar em *toolboxes* específicas (*toolboxes* do lado esquerdo da **Figura 8**). Com estas funcionalidades o utilizador pode testar diversas opções do fluxo do serviço e desta forma verificar se ele se comporta de acordo com o esperado.

Todas as mensagens trocadas entre o NGIN SCE e o NGIN SCF são apresentadas numa janela de *log* permitindo assim a um utilizador mais experimentado acompanhar esse fluxo.

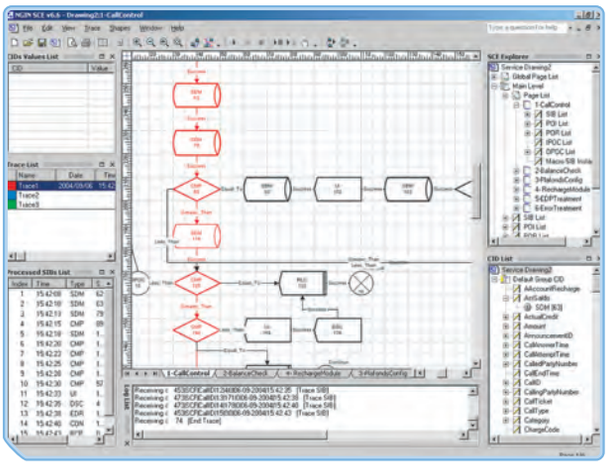


Figura 8 - NGIN SCE - Modo de Monitorização

Para cada serviço o utilizador pode monitorar o número de chamadas que desejar, sendo possível visualizar simultaneamente no desenho do serviço, com cores diferentes, os SIB executados nas diversas chamadas. Isto fornece uma forma visual, e por isso bastante intuitiva, de comparar o fluxo de execução de diversas chamadas.

Existe a possibilidade de armazenar num ficheiro toda a informação recolhida para posterior análise em modo *offline*. Neste modo o utilizador pode seleccionar uma das chamadas monitoradas e executá-la passo-a-passo no NGIN SCE, podendo assim avaliar com mais cuidado os dados que foram recebidos do NGIN SCF.

A possibilidade de armazenar a execução de várias chamadas num ficheiro é particularmente interessante para a fase de testes, pois possibilita a criação de ficheiros de referência, cuja execução se sabe estar correcta, para posterior comparação.

Uma versão mais simples e reduzida do modo de monitorização do NGIN SCE é o chamado NGIN SCE *Client*. Esta é uma ferramenta que tem capacidade de monitorização mas que não apresenta os dados de forma gráfica, armazenando-os num ficheiro que pode depois ser aberto no modo de monitorização do NGIN SCE. O seu objectivo é permitir que equipas não especializadas, por exemplo as equipas de operação, possam recolher informação sobre serviços que possam estar com problemas, podendo esta informação ser depois enviada para análise por parte de especialistas.

3.3 Evolução

Do ponto de vista utilização, actualmente o NGIN SCE oferece em ambos os modos, criação e monitorização, um vasto leque de funcionalidades não se prevendo evoluções significativas neste âmbito.

Assim, a principal preocupação de evolução do NGIN SCE, relativos a aspectos operacionais, vai no sentido de fornecer funcionalidades de configuração que permitam a evolução de forma a minimizar novos desenvolvimentos. E o principal ponto está relacionado com a disponibilização de novos SIB a desenvolver.

O objectivo actual de evolução passa então por fornecer ao administrador da ferramenta a possibilidade de também poder criar novos tipos de SIB através de configuração em vez de desenvolvimento.

A possibilidade de configurar novos tipos de SIB tem impacto directo no ficheiro de lógica que é gerado para o NGIN SCF, cuja evolução passará pela utilização de XML.

4 Conclusões

Neste artigo foram apresentadas as metodologias que são actualmente utilizadas para o desenvolvimento de LCS de serviço para a solução de redes inteligentes da PT inovação. Algumas dessas ferramentas são comerciais e não são exclusivas para o desenvolvimento de serviços, como é o caso do TOAD. Outras ferramentas, como é o caso do NGIN SCE, foram desenvolvidas na PT Inovação com o propósito específico de desenvolvimento de serviços NGIN.

A necessidade de desenvolver serviços cada vez mais complexos num tempo cada vez mais curto pressionou a evolução das ferramentas, quer do ponto de vista de utilização quer do ponto de vista do desenvolvimento do próprio ambiente de desenvolvimento. No entanto, há que voltar a referir que o desenvolvimento de serviços NGIN não se resumem apenas à construção das lógicas LCS. Estas representam apenas entre 5 a 10% de todo o esforço necessário para o desenvolvimento completo de um serviço NGIN, existindo um esforço significativo no desenvolvimento da LCN, onde na realidade são representadas as particularidades do negócio fundamentais para o correcto comportamento do serviço perante o utilizador final.

Do ponto de vista de utilização, e no caso do NGIN SCE, a evolução caminhou no sentido de disponibilizar ao utilizador um ambiente integrado de desenvolvimento e monitorização do fluxo das lógicas de serviço, que permitam ao desenvolvedor não só o desenvolvimento mas também o teste dos fluxos de serviço. A evolução, do ponto de vista de utilização, caminhou ainda no sentido de fornecer funcionalidades que permitem trabalhar em equipa de forma simples e eficiente, como é o caso do conceito de Macro SIB.

Do ponto de vista de desenvolvimento do próprio ambiente de desenvolvimento a evolução caminhou no sentido de automatizar o ciclo de vida de disponibilização de novos SIB, partindo de uma especificação comum que alimenta quer a ferramenta de criação do fluxo de serviço – NGIN SCE, quer a ferramenta que depois executa esse fluxo – NGIN SCF. Esta evolução vai possibilitar à PTInovação, num futuro muito próximo, possuir um novo paradigma

em ambientes de construção de ferramentas de *workflow* que podem ser aplicadas a outros Pontos de Controlo de Sinalização tais como o DSCP, para controlo de rede de Comutação de Pacotes, e o WSCP para redes *Wireless* LANs.

5 Referências

Q.1201 - *Principles of Inteligent Network Architecture* ITU-T *Recomendation*. (10/92)

Q.1202 - *Inteligent Network - Service Plan Architecture* ITU-T *Recomendation*. (9/97)

Q.1203 - *Inteligent Network - Logical Plan Architecture* ITU-T *Recomendation*. (9/97)

José Ribeiro

Licenciado em Matemática e Ciências de Computação pela Universidade do Minho em 1992.

De 1992 a 1994 colaborador no desenvolvimento de aplicações para a gestão de termos a inserir na base de dados europeia de terminologia (EURODICAUTOM), da empresa ITC sediada em Braga.

De 1994 a 1998 colaborador, como analista programador no desenvolvimento de módulos de *software* para os projectos GEREX e LONGA, da Direcção de I&D da Portugal Telecom (CET).

Em 1998 colabora na fase de testes do desenvolvimento do sistema UMS, recolha e cálculo de custo de CDR da rede fixa, para o projecto CLIP da Portugal Telecom (sistema de facturação da rede fixa).

Desde 1999 colabora, como analista e programador, no desenvolvimento de módulos de software para o CORE do projecto NGIN, na área de serviços de rede inteligente de telecomunicações da anterior direcção de I&D da Portugal Telecom (CET) e actual empresa PT Inovação. Este projecto inclui a solução de pré-pago da área móvel.

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 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.

Vitor Santos

Licenciado em Engenharia Informática, ramo de Computação com especialização em Sistemas Periciais, pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra em 1995. Iniciou, em Dezembro de 1994, a sua actividade profissional no Centro de Estudos de Telecomunicações mais especificamente na área de estudos e desenvolvimento de soluções baseadas em arquitecturas de Redes Inteligentes, área essa que deu origem à actual solução NGIN da PTInovação.

Desde então esteve sempre envolvido no desenvolvimento da plataforma NGIN mais especificamente nos sub-sistemas SCP, SDP, SMP e SCE.

Em Outubro de 1999 assumiu o cargo de Responsável de Unidade de Desenvolvimento da plataforma NGIN Core.

Durante todo este período, para além de assegurar a evolução e o desenvolvimento da solução, tem participado activamente em diversos projectos de instalação e operacionalização da solução em empresas do grupo Portugal Telecom, tais como PTComunicações e TMN em Portugal, CVT em Cabo Verde, Telesp Celular em São Paulo, Meditel em Marrocos, Unitel em Angola e, por último, a solução PrePago para a Vivo em resposta à RFQ lançada por esta em 2004, tendo integrado a equipe de análise e especificação da arquitectura da solução apresentada à Vivo.

Nuno Silva

João Moreto

Telma Mota

Luis Castro

Roger Salgado

QoS E SLAs EM REDES IP

***Operations Support System* (OSS), *New Generation Operations and Systems Software* (NGOSS), *Service Level Agreement* (SLA), *Quality of Service* (QoS), *Service Quality Management* (SQM), *Key Quality Indicator* (KQI), *IP, DiffServ,* ADSL .**

No actual contexto do mercado de serviços de comunicações, cada vez mais aberto e competitivo, a gestão da qualidade dos serviços prestados assume-se como um factor de excelência. Para o cliente, é um factor de conforto, pois tem a garantia que usufrui do serviço de acordo com a qualidade contratada; ao operador permite-lhe diferenciar a sua oferta de serviços, com diversos patamares de qualidade.

De forma a gerir a qualidade de serviço perceptível pelo utilizador, uma solução de *Service Quality Management* (SQM) deve considerar, para além dos parâmetros de desempenho dos recursos de rede, outros parâmetros tais como dados de utilização, informação de inventário, informação de *billing* e *trouble ticketing*. Tal solução deve fornecer uma monitoria orientada ao serviço, assegurando que a qualidade do serviço prestado cumpre ou excede os compromissos contratados no *Service Level Agreement* (SLA).

Actualmente esta avaliação da qualidade de serviço, numa perspectiva extremo a extremo, não é suportada directamente pelas plataformas existentes no grupo PT. Para dar resposta a esta avaliação, é necessário recorrer a um equipamento que monitorize os vários parâmetros da rede, sendo o mapeamento para os parâmetros do serviço e a avaliação do nível de serviço realizados de uma forma manual e não integrada.

1 Introdução

Este artigo baseia-se no trabalho desenvolvido na PT Inovação na área de QoS/SLAs, nomeadamente no contexto do projecto do Contrato de Inovação "QoS – Sinalização e SLAs em redes IP".

A estrutura do artigo é a seguinte:

Na aproximação técnica são descritas as fontes de informação base para o desenvolvimento de uma solução de gestão de QoS/SLA, sendo feita uma breve resenha do estado da arte relativamente aos aspectos de *Service Level Agreements* (SLA) e *Service Quality Management* (SQM), promovidos pelo TMForum **[1]** e pela iniciativa "OSS *Through Java* – OSS/J" **[2]**;

Segue-se uma descrição da especificação e implementação de um protótipo de *Service Quality Management* (SQM), que prova o conceito de uma monitoria proactiva orientada ao serviço e ao cliente, de forma a fornecer informação de desempenho relevante e atempada, assegurando que os níveis de qualidade são cumpridos e os custos controlados.

Finalmente é apresentada a metodologia de validação do funcionamento da arquitectura implementada, através da realização de um conjunto de testes laboratoriais.

2 Aproximação Técnica

New Generation OSS (NGOSS) e "OSS Through Java" (OSS/J)

O programa NGOSS do TMForum especifica uma arquitectura tecnologicanente neutra para soluções OSS de próxima geração **[3]**. A iniciativa OSS/J centra-se em implementações reais da arquitectura NGOSS, utilizando tecnologia Java e Web Services, sobre uma plataforma J2EE **[4]**. Esta iniciativa estabeleceu os "*Design Guidelines*" (DG) **[5]**, que definem um conjunto de padrões para a especificação de componentes de gestão de redes e serviços. As funções OSS são especificadas e implementadas como componentes J2EE (EJB), tirando partido dos aspectos de *clustering*, escalabilidade e tolerância a falhas do ambiente J2EE.

O OSS/J colabora com o *Java Community Process* (JCP) para o desenvolvimento de APIs OSS, de forma a promover um mercado de componentes OSS interoperáveis e intermutáveis. Na definição destas APIs, são seguidos os princípios da arquitectura NGOSS definidos pelo TMForum. Estas APIs são compostas pelas especificações, pelas implementações de referência em código fonte e pelos testes de compatibilidade (TCK), de domínio público.

Actualmente estão disponíveis 5 APIs - *Service Activation, Quality of Service* (engloba *Fault, Performance e Usage Monitoring*), *IP Billing*, *Trouble Ticket e Inventory* (*Product, Service e Resource*), outras estão em processo de definição **[6]**. De salientar que estas APIs estão perfeitamente enquadradas (Figura 1) no mapa de referência de processos eTOM – "*enhanced Telecom Operations Map*" definido pelo TMForum **[7]**.

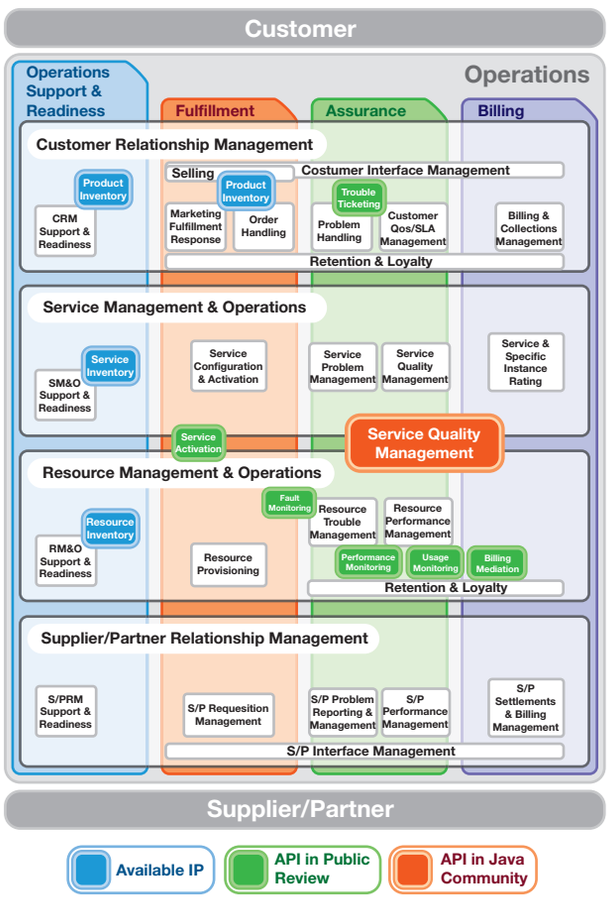


Figura 1 - APIs OSS/J no Mapa de Processos eTOM

OSS/J Service Quality Management API

A API de *Service Quality Management* **[8]** é uma das APIs actualmente em especificação pelo OSS/J, na qual a PT Inovação participa activamente através do Instituto de Telecomunicações (IT), usufruindo do facto do IT ser membro do OSS/J. Esta API define um interface aberto que permite o acesso e configuração de métricas de qualidade de serviço (KQI - *Key Quality Indicators*), independentemente da forma como estas métricas são obtidas e calculadas.

Além disso, esta interface admite a definição dos objectivos de qualidade (limiares), relativamente às métricas de qualidade de serviço (KQIs).

A API permite a um cliente a definição de objectivos de qualidade como níveis de serviço, bem como registar-se para receber notificações quando estes objectivos (limiares) forem violados, sinalizando assim que a qualidade de serviço perceptível pelo utilizador foi degradada.

A especificação define um modelo de informação baseado em quatro grandes entidades:

***Service Level Objective* (SLO)**
Representa um ou mais limiares definidos para uma métrica (KQI) de um determinado serviço. Um SLO poderá ser definido como sendo simples ou composto: um SLO composto permite uma combinação booleana (AND ou OR) entre dois ou mais SLOs simples de forma a correlacionar o estado do seu nível de serviço;
***Service Level Specification* (SLS)**
Representa um nível de serviço contratado para um determinado serviço e é composto por um conjunto de Service Level Objectives. Representa na prática um item de um SLA;
***Service Level Measurement Job* (SLMJ)**
Representa a actividade que resulta na criação de relatórios com informação acerca do estado actual dos níveis de serviço. O relatório pode ser definido em qualquer formato, sem qualquer restrição. A API fornece um mecanismo para descoberta dos relatórios existentes no sistema. O SLMJ usa um mecanismo de agendamento para controlar a sua actividade, definindo os períodos em que os dados serão reportados. A granularidade do relatório é calculada com base na granularidade das suas métricas (KQIs);
SQM *Alarms*
Representam notificações que são enviadas sempre que um dos limiares é violado e que permitirão alertar para uma eventual violação do nível de serviço contratado.

Além das quatro grandes entidades a API fornece uma forma de acesso às métricas (KQIs) aprovisionadas no sistema, apesar de não as poder definir.

Em termos gerais a API permite efectuar um determinado conjunto de operações em torno destas entidades, como criar/editar/apagar instâncias dos três primeiros tipos anteriormente definidos (i.e. *Service Level Objectives*, *Service Level Specifications* e *Service Level Measurement Jobs*).

A **Figura 2** enquadra as funcionalidades da API SQM, tal como descrito anteriormente.

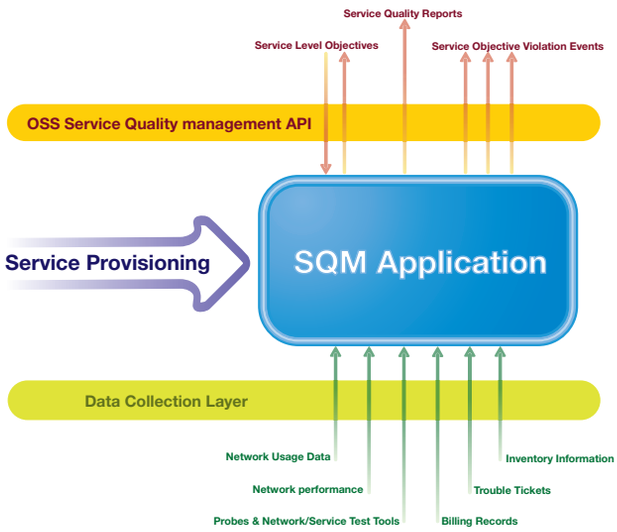


Figura 2 - Funcionalidades da API OSS/J SQM

3 Protótipo SQM - Service Quality Manager

Especificação do SQM

Com base na API de SQM foi especificada a arquitectura do protótipo de gestão QoS/SLA, designado por **SQM** – *Service Quality Manager*, sendo descritos os requisitos e os modelos de informação relevantes para o domínio do problema (Serviço, *Service Access Point*, KQI, SLS, SLO, entre outros) **[9]**. O SQM foi especificado tendo como base os requisitos e a arquitectura da plataforma Altaia.

A arquitectura do SQM é composta pelos seguintes módulos (**Figura 3**):

Inventory
Armazena informação sobre os tipos de serviço;
DataCollector
Colecta a informação de desempenho IP disponibilizada por uma plataforma de monitoria activa;
QoSParameterCalculator
Recebe notificações de colecta do *DataCollector*, calcula os valores para métricas (KQI) derivadas das métricas de rede (*Key Performance Indicators* – KPI) e gera uma notificação de colecta com os parâmetros calculados;

Threshold
Permite especificar limiares, bem como aplicar estes limiares aos dados colectados ou calculados (KQIs);
QoS
Recebe notificações do inventário de criação de uma relação entre uma instância de serviço e uma classe de serviço, lendo assim as especificações de limiar associadas à classe de serviço, e criando uma instância de serviço associada à classe de serviço;
Alarm Manager
Permite enviar um alarme para uma janela de alarmes, caso os limiares tenham sido excedidos;
StateMachine
Possibilita afectar o estado das entidades em função da alarmística;
DW*Adapter*
Guarda a informação de desempenho e as métricas calculadas na *DataWarehouse*;
Reporting
Gera os relatórios de QoS;
SQM GUI, *Alarm* GUI, *Reporter* GUI
Representam os interfaces gráficos para os vários módulos do sistema.

Implementação e teste do SQM

Para atingir o objectivo da avaliação da qualidade de serviço, o SQM recolhe informação de desempenho de rede IP, disponibilizada por uma plataforma de monitoria activa, designada por IP *Probes* **[9].**

A plataforma IP *Probes* disponibiliza medidas de parâmetros de desempenho IP relevantes (*jitter, delay, loss,* etc), tornando possível avaliar e caracterizar o estado de operação actual da rede, numa perspectiva extremo-a-extremo **[10]**. É uma plataforma activa porque utiliza para a realização das medições de desempenho IP, pacotes IP gerados pela própria plataforma que, depois de transportados pela rede IP em observação, são recebidos e analisados pela plataforma.

Finalmente, para validar o protótipo do SQM foi montada uma infra-estrutura laboratorial, simulando um ambiente o mais próximo possível da realidade actual ou prevista a médio prazo para o grupo PT.

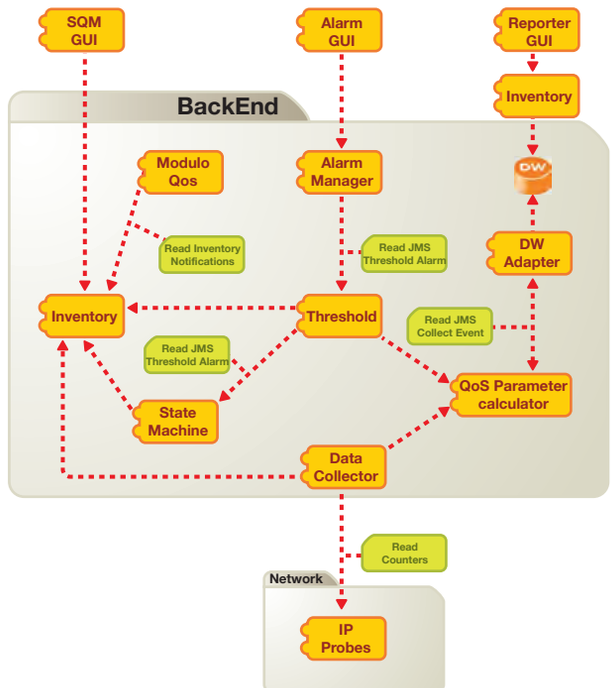


Figura 3 -Arquitectura do *Service Quality Manager* (SQM)

A infra-estrutura laboratorial é composta por:

Um núcleo de rede DiffServ com várias classes de serviço (3 classes para o serviço VoIP, 3 classes para o serviço de Vídeo-conferência e *Best Effort*);
Uma rede de acesso ADSL com modems/routers ADSL que permitissem encaminhar os diferentes serviços (VoIP e Vídeo-conferência) por PVCs distintos (CBR e UBR), situação esta ainda não disponível comercialmente, mas prevista a médio prazo para um cenário comercial.

Nesta infra-estrutura de teste os aspectos de qualidade de serviço IP (*DiffServ, Traffic Shaping, Policing*, entre outros) são geridos nos *routers*/*modems* ADSL e nos *routers* (BBRAS) colocados à entrada da rede DiffServ, não tendo o DSLAM qualquer capacidade de processamento IP, por exemplo, para lidar com situações de congestão IP.

Em termos de equipamento de rede, para além das IP Probes, foram igualmente utilizados nas experimentações (**Figura 4**):

Um simulador de rede (IP *Wave*) capaz de introduzir degradações por classe de serviço;
Equipamentos de teste e medida: Agilent AX/4000 – monitoria activa e gerador de tráfego, e RADCOM *Performer* – monitoria passiva;

Pontas de prova de *software* SAA (*Service Assurance Agent*) da Cisco – Monitoria Activa.

A **Figura 4** ilustra as várias "peças" montadas para a experimentação e validação do *Service Quality Manager*, descritas anteriormente.

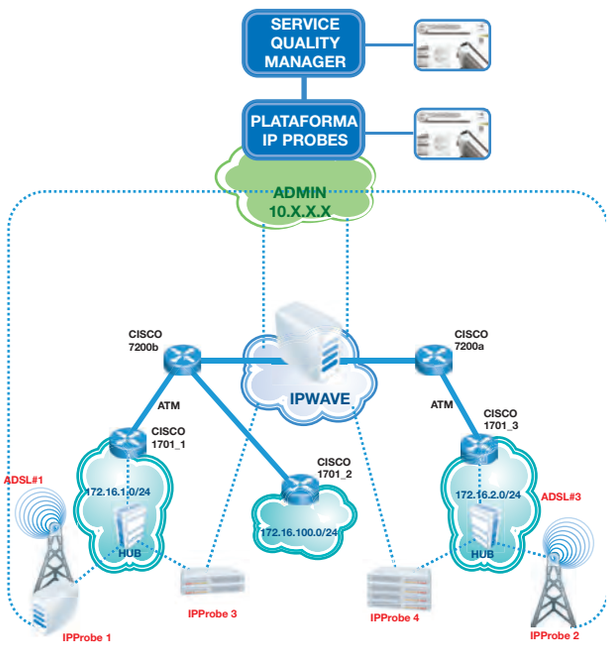


Figura 4 - Ambiente de Experimentação

De forma a aferir o funcionamento da rede para uma série de cenários, são criados vários conjuntos de *templates* de teste **[11]**. Estes conjuntos de templates encontram-se agrupados em três categorias diferentes:

A) Testes quantitativos sem perturbação

B) Testes quantitativos com perturbação introduzida pelo equipamento IP *Wave*, divididos em:

B1) Testes de prioridades

B2) Testes de congestão no *Core DiffServ*

B3) Testes de congestão no *Edge DiffServ*.

C) Testes de contenção ATM

Os resultados dos testes quantitativos sem perturbação (A) servem de base para a análise de resultados de outros grupos de testes onde já existe perturbação. Permitem também testar o funcionamento geral do cenário, em particular conectividade de elementos e valores padrão. Este conjunto de templates deve ser aplicado a todas as classes de serviço do sistema.

No conjunto de *templates* de testes quantitativos com perturbação introduzida pelo IP *Wave* (B), é descrito um conjunto de testes onde se introduz perturbação controlada, para que se possam obter métricas de QoS, simulando condições de uma rede real.

Os *templates* de Contenção ATM (C) visam testar a escolha de uma arquitectura onde, ao nível ATM, se utilizam 2 PVCs para separar o tráfego VoIP do tráfego de vídeo, pois, se só se utilizasse um PVC, não existiria qualquer diferenciação ao nível ATM, pelo que, numa condição de congestão, todos as classes de tráfego seriam tratadas por igual. A **Figura 5** apresenta a infra-estrutura ATM da rede de acesso, onde se podem visualizar os diferentes PVCs utilizados para os serviços de VoIP e Video-conferência.

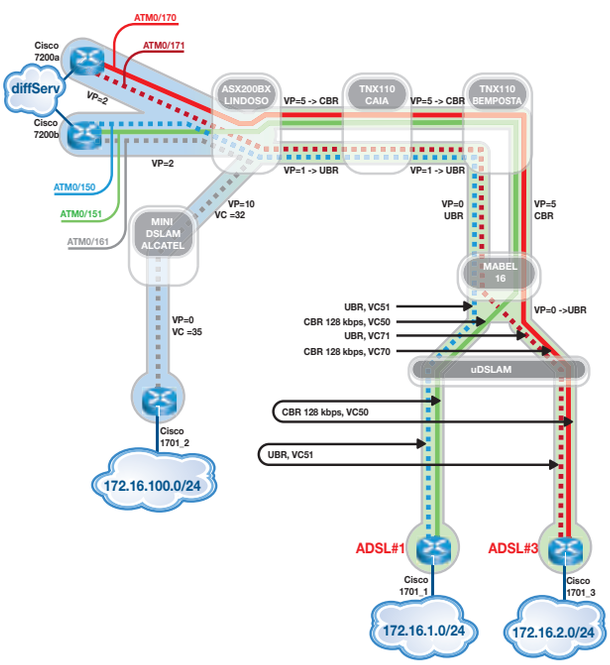


Figura 5 - Detalhe da Infra-estrutura na Rede de Acesso

Durante a realização dos testes, para o serviço VoIP foram utilizados telefones Cisco 7960 e para o serviço de Video-conferência foi utilizado o *Messenger*, na sua componente de áudio e vídeo. Nestes dois serviços utilizou-se a sinalização SIP para o estabelecimento/finalização das sessões.

4 Principais Resultados do Projecto

O projecto concluiu com a implementação do protótipo do *Service Quality Manager* **[11]**.

O SQM (**Figura 6**) foi estruturado em 4 módulos principais:

Módulo de Cadastro
Cadastra entidades de serviço (classes e instâncias) bem como entidades de rede (a que correspondem testes de desempenho das IP *Probes*);
Módulo *NetStat*
Disponibiliza relatórios sobre os serviços e recursos;
Módulo de Limiares
Programa os limiares associados às classes de serviço;
Módulo de Alarmes
Gera alarmes em função da violação de limiares, apresentando os alarmes numa janela.

A título de exemplo a **Figura 6** apresenta um relatório com os valores máximo, médio e mínimo de *jitter, delay e loss*, colectados entre as *Probes* 1 e 2, para um dado dia e para diferentes horas do dia.

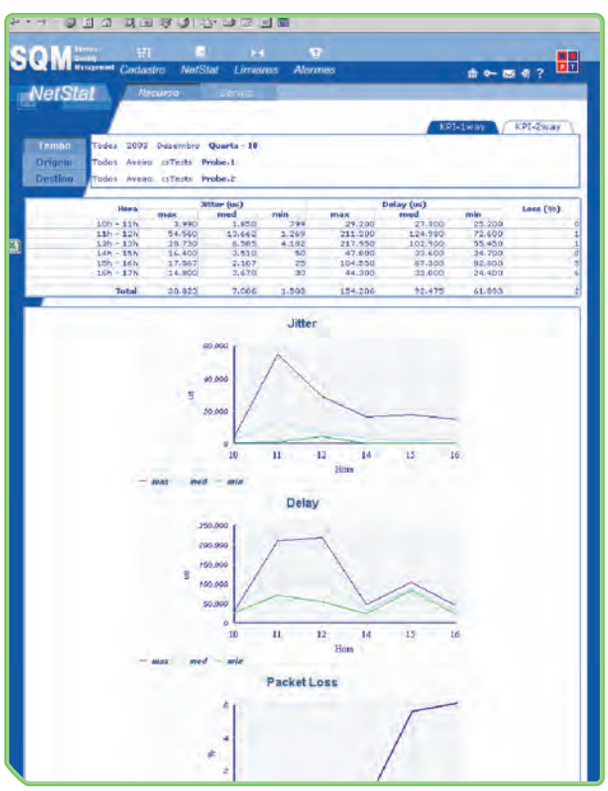


Figura 6 - SQM - Módulo Net Stat

O SQM disponibiliza as seguintes funcionalidades base:

Definição de Classes de Serviço As classes de serviço funcionam como templates com informação acerca dos valores de limiar para os vários parâmetros de serviço (*jitter, delay, loss*) disponíveis para o tipo de serviço seleccionado (VoIP ou Vídeo-conferência);
Instanciação de serviços para diferentes clientes, ou seja, é possível criar uma nova instância de serviço baseado num tipo predefinido (VoIP ou Vídeo-conferência);
Programação dos limiares associados às classes de serviço;
Relatórios sobre o desempenho dos recursos ou serviços, sendo possível filtrar a forma como os valores são apresentados nos gráficos através de um conjunto de dimensões, como por exemplo para o caso do serviço, as dimensões tempo, serviço, classe de serviço ou cliente;
Apresentação dos alarmes activos numa janela de alarmes pendentes, em caso de violação de uma dada instância de serviço. Estes alarmes podem ser enviados através de um *gateway* SNMP para aplicações externas, tais como o HP *OpenView*.

5 Conclusões

Pode-se concluir que a arquitectura delineada para a gestão de qualidade de serviço foi validada.

O protótipo **SQM –** *Service Quality Manager* desenvolvido revelou ser uma ferramenta versátil, prática e muito útil na análise do desempenho em tempo real das classes de serviço aprovisionadas no cenário de testes implementado.

Em suma, foi demonstrado o conceito de uma gestão centrada no serviço prestado ao cliente, concluindo-se que se trata de um factor indispensável para que as empresas do grupo continuem cada vez mais competitivas e ágeis na oferta de serviços diferenciados e com qualidade.

6 Referências

[1] TeleManagemenForum
http://www.tmforum.org/browse.asp?catID=1647

[2] OSS/J Initiative,
http://www.ossj.org

[3] NGOSS Architecture,
http://www.tmforum.org/browse.asp?catID=1685

[4] JavaTM 2 Platform Enterprise Edition (J2EE) Specification,
http://java.sun.com/j2ee

[5] OSS/J Design Guidelines,
http://www.ossj.org/downloads/design_guidelines.shtml

[6] OSS/J API Roadmap,
http://www.ossj.org/downloads/roadmap.shtml

[7] eTOM - Enhanced Telecom Operations Map,
http://www.tmforum.org/browse.asp?catID=1647

[8] OSS Service Quality Management API,
http://www.jcp.org/en/jsr/detail?id=210

[9] Especificação de Arquitectura para a Gestão de QoS/SLA, Projecto QoS – Sinalização e SLA em redes IP, **Nuno Silva, Ilídio Santos, Francisco Fontes,** Janeiro 2004,
http://portalpt

[10] Mecanismos e Soluções para a oferta de QoS extremo-a-extremo, Projecto QoS – Sinalização e SLA em redes IP, **Isabel Borges, Jorge Carapinha, Victor Marques, Francisco Fontes,** Julho 2003,
http://portalpt

[11] Protótipo de Gestão de QoS/SLA – Experimentação e Resultados, Projecto QoS – Sinalização e SLA em redes IP, **Nuno Silva, Roger Salgado, Luis Castro, Carlos Rodrigues, Victor Marques,** Janeiro 2004,
http://portalpt

Nuno Silva

Licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro e mestre em Telecomunicações pela *University College London* (UCL) com distinção.

Iniciou o seu percurso profissional no CET na área de desenvolvimento de produtos de comutação de banda estreita (ELD e ELDIS), tendo posteriormente transitado para a área de Gestão de Redes e Serviços, onde esteve envolvido em vários projectos internos, endereçando áreas como a gestão da provisão do PDH/SDH e a Gestão da Qualidade de Serviço em redes IP. Participou em vários projectos do IST e Eurescom e desempenhou funções de consultoria na área de gestão de redes (*PrimeSys* Brasil e PT Prime).

Actualmente no grupo de Experimentação e Selecção de Tecnologias, onde participa no desenvolvimento de soluções de integração de sistemas na área da provisão e na especificação e desenvolvimento de plataformas e serviços de próxima geração.

João Paulo Moreto

Licenciado em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho, responsável pelo desenvolvimento de Sistemas de Gestão de Redes de Telecomunicações, utilizando linguagens orientadas a objectos em ambientes distribuídos.

Telma Mota

Licenciatura e Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores pela Universidade do Porto, em 1988 e 1994, respectivamente. Iniciou a sua actividade profissional na empresa TLP SA, onde realizou trabalhos de planeamento e dimensionamento de redes de comutação digital. Esteve posteriormente ligada à área de teletráfego e à avaliação e dimensionamento de soluções de Redes Inteligentes. Desde 1994, que integra a PT Inovação trabalhando quase sempre na área de gestão de redes e serviços. Participou desde sempre em diversos projectos Europeus (Eurescom e IST); actualmente, destacam-se os projectos Daidalos e MobileIN. Centra o seu interesse na área de análise e definição de arquitecturas de rede e modelação de sistemas.

Luis Castro

Possui uma Licenciatura em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2003 com especialização na área de Telecomunicações.

Exerceu funções como investigador bolseiro do Instituto de Telecomunicações em 2003 na área de desenvolvimento de sistemas de gestão de Qualidade de Serviço, onde participou na especificação de uma nova API da Iniciativa OSS *Through Java* para sistemas de *Service Quality Management* e no desenvolvimento de um protótipo de um sistema SQM.

Ingressou em 2004 na PT Inovação para o Dep. de Serviços e Redes Inteligentes e trabalha actualmente na área de sistemas de gestão de rede, nomeadamente, na plataforma Altaia.

Roger Salgado

Licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Iniciou o seu percurso profissional no Instituto de Telecomunicações, Pólo de Aveiro, como investigador em redes de telecomunicações, nomeadamente, na gestão da qualidade de serviço em redes IP. Participou em vários projectos do IST (WINMAN, IST@home, etc).

Actualmente faz parte da equipa de Experimentação e Selecção de Tecnologias (EST4) – Tecnologias Multimédia, da Portugal Telecom Inovação, onde participa no desenvolvimento de soluções de TV interactiva e *Video-on-Demand*.

Colaboradores do Projecto

Para que o projecto cumprisse os objectivos estipulados pelos clientes do projecto (PT Comunicações e PT Prime), a colaboração das seguintes pessoas, para além dos autores do artigo, foi imprescindível: António Cunha, Carlos Rodrigues, Francisco Fontes, Ilídio Santos, Isabel Borges, Miguel Figueiredo e Victor Marques.

Manuel Dinis

Filipe Pinto

Alvaro Gomes

Pedro Capão

Simão Torres

João Rebelo

EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA UMTS DESDE A *RELEASE 99* ATÉ À *RELEASE 06*

3GPP, UMTS, normalização, Release 99, Release 04, Release 05, Release 06, Release 07, arquitectura, WCDMA e protocolos.

Este artigo pretende apresentar uma visão geral sobre as características da tecnologia UMTS e sua evolução, tendo por base as normas publicadas pelo 3GPP. O artigo começa por descrever o UMTS *Release 99*, o qual marcou o lançamento comercial desta tecnologia, seguindo-se a apresentação das principais funcionalidades e características incluídas nas *Release 04*, 05 e 06. Por fim, é apresentada uma breve descrição de algumas das funcionalidades que poderão vir a integrar a *Release 07*.

1 Introdução

Em 1998 foi criado o 3*rd Generation Partnership Project* (3GPP) com o objectivo de normalizar a tecnologia 3G UMTS (*Universal Mobile Telephone System*), na sua versão FDD (*Frequency Division Duplex*) e TDD (*Time Division Duplex*). Com o 3GPP pretendeu-se criar uma base de consenso mais alargada, tendo este resultado da associação de vários organismos de normalização internacionais. Os seus membros fundadores são: ETSI (Europa), ARIB+TTC (Japão), TTA (Coreia), T1P1 (EUA). Mais tarde o CWTS (China) optou por integrar este organismo (projecto). Cada um dos membros é constituído por várias empresas da região que representam. Nos EUA apareceu uma associação semelhante designada 3GPP2 para a tecnologia 3G CDMA2000.

Durante muito tempo discutiu-se nos diferentes fóruns internacionais qual deveria ser a melhor estratégia a seguir para a implementação das redes móveis 3G. Alguns defendiam a perspectiva revolucionária e outros apenas uma evolução das redes 2.5G. O 3GPP optou pela segunda, mantendo na arquitectura os componentes da rede núcleo 2.5G e pela completa substituição da tecnologia rádio, que passou de TDMA (*Time Division Multiple Access*) para WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*).

As especificações produzidas pelo 3GPP estão agrupadas em *Releases*, sendo que cada nova *Release* acrescenta novas funcionalidades às anteriores. O equipamento da rede móvel 3G, em semelhança a outras redes, deve portanto ser manufacturado de acordo com as especificações de uma determinada *Release*, tentando-se desta forma assegurar a compatibilidade entre todo o *hardware* e *software* dos diferentes fabricantes.

Neste artigo, depois de detalhada a *Release* 99, são apresentadas brevemente todas as *Releases* posteriores. De notar que o esquema de numeração foi modificado, pois a partir da *Release* 99 foi impossível determinar em que altura iriam estar disponíveis as subsequentes, deixando a sua numeração de estar indexada ao ano de produção. Portanto no contexto da nova numeração, *Release* 03 e *Release* 99 são equivalentes.

2 UMTS *Release* 99

As primeiras implementações comerciais das redes 3G UMTS são baseadas na *Release* 99 do 3GPP. As suas principais características são descritas nas secções seguintes.

2.1 Arquitectura Geral do UMTS

O sistema UMTS é constituído por vários elementos de rede associados em domínios funcionais bem definidos: rede núcleo (CN – *Core Network*), rede de acesso (UTRAN - UMTS *Terrestrial Radio Access Network*) e equipamento móvel (UE - *User Equipment*) [1].

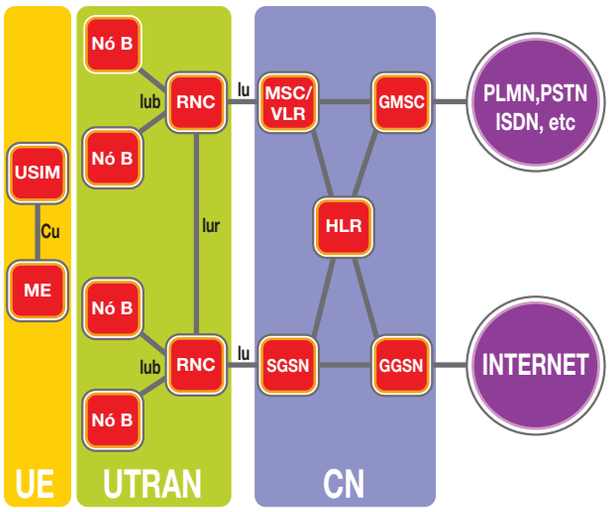


Figura 1 - Arquitectura de Rede UMTS *Release* 99

As principais funções da CN são a comutação, encaminhamento e a interligação com as redes externas para transporte do tráfego de e para os utilizadores móveis. A arquitectura da CN é baseada na rede GSM com GPRS e está dividida em dois domínios: comutação de circuitos (CS - *Circuit Switched*) e comutação de pacotes (PS - *Packet Switched*). Os elementos responsáveis pelo domínio CS são o *Mobile Switching Centre/Visitor Location Register* (MSC/VLR) e o *Gateway* MSC (GMSC). A base de dados VLR está normalmente associada ao MSC. Os elementos responsáveis pelo domínio PS são o *Serving* GPRS *Support Node* (SGSN) e o *Gateway* GPRS *Support Node* (GGSN). Alguns elementos da rede como o *Home Location Register* (HLR) e o VLR podem ser partilhados por ambos os domínios.

As principais funções do UTRAN são a gestão, controlo e atribuição dos recursos rádio e parte da gestão de mobilidade (ex: *handover*). Com o UTRAN foram introduzidos dois novos elementos: o RNC (*Radio Network Controller*) e o Nó B (Estação Base 3G UMTS). O UTRAN está subdividido em sistemas de redes individuais denominadas por RNS (*Radio Network Subsystem*), onde cada RNS é controlado por um único RNC. O RNC está interligado a vários Nós B que podem servir uma ou várias células (área de cobertura rádio de um determinado conjunto de antenas num mastro). O RNC é o responsável pelo controlo dos recursos rádio dos Nós B do seu RNS. O RNC é a terminação dos protocolos de RRC (*Radio Resource Control*), fazendo com que a gestão dos recursos se efectue dentro da UTRAN. Este facto liberta a rede CN dessa função permitindo a realização de CN mais genéricas e que possam servir diferentes tecnologias de rede de acesso. O Nó B tem como função o estabelecimento, remoção e transmissão/recepção dos canais rádio, assim como

a realização de medidas necessárias à gestão do ambiente rádio.

O UE é constituído pelo ME (*Mobile Equipment*), que é o equipamento *hardware* usado para estabelecer a comunicação rádio, e o USIM (*UMTS Subscriber Identity Module*), o cartão inteligente que guarda a identidade do subscritor, os algoritmos e diferentes chaves de autenticação e encriptação, e outra informação necessária ao terminal.

2.2 Arquitectura da UTRAN e Protocolos

O modelo protocolar utilizado pelas interfaces do UTRAN é constituído por duas camadas horizontais – *Radio Network Layer* (RNL) e *Transport Network Layer* (TNL) - e três planos verticais – *Control Plane* (CP), *User Plane* (UP) e *Transport Network Control Plane* (TNCP) **[2]**. Cada camada é logicamente independente de qualquer outra de forma a possibilitar o seu desenvolvimento autónomo. O RNL contém todas as funcionalidades específicas da UTRAN, enquanto que o TNL é utilizado no transporte da informação do RNL, usando para isso os mecanismos de transporte já existentes. O CP engloba os protocolos de sinalização específicos do UMTS (RANAP, RNSAP e NBAP) e os *Signalling Bearers*, que são responsáveis pelo transporte da informação dos protocolos de sinalização. O UP engloba também protocolos de transporte - *Data Bearers* – que servem para transportar os dados dos utilizadores que chegam da camada superior – *Data Stream*. No plano TNCP existe o ALCAP que é utilizado para configurar canais de transporte que contenham requisitos temporais muito restritivos. A figura seguinte descreve o referido modelo.

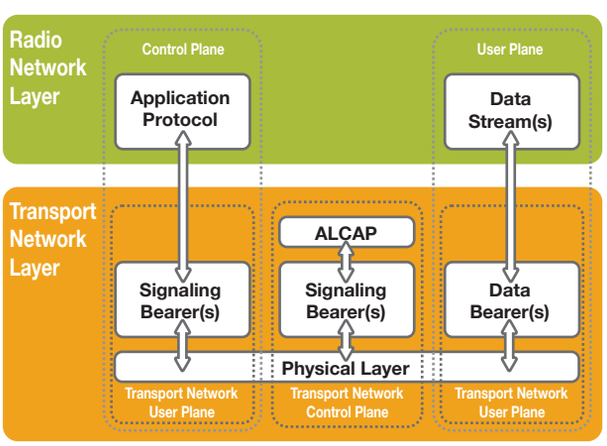


Figura 2 - Modelo Protocolar Geral para as Interfaces Terrestres do UMTS

Para que um utilizador possa utilizar a rede móvel enquanto se desloca, é necessário criar canais de comunicação por onde os dados possam fluir com baixos atrasos e sem erros. Para fazer esta gestão, cada uma das interfaces possui no CP protocolos específicos, sendo cada um deles usado como parte de um todo no estabelecimento, manutenção e terminação das chamadas. Assim, na interface *Iub* (ver **Figura 1**) existe o protocolo NBAP que é responsável pela configuração e manutenção dos recursos do Nó B e também pelo estabelecimento de canais nas interfaces Iub e Uu (interface rádio). Na interface Iur, o protocolo RNSAP contém procedimentos responsáveis pela mobilidade do utilizador entre RNC e pela gestão dos canais dedicados e comuns entre estas entidades. Finalmente, na interface Iu, independentemente de estar ligada ao domínio PS ou CS, existe o protocolo RANAP que, de entre outras funcionalidades, é responsável pela gestão das chamadas ou sessões, pela troca de sinalização entre o terminal e a CN, pela gestão da segurança das comunicações e pela execução da transferência de RNC (*handover*).

2.3 Interface Rádio

Alguns dos aspectos mais inovadores do UMTS residem na interface rádio **[3]**. Esta interface transporta informação de e para o UE (UP) e sinalização de controlo para manter e controlar as ligações rádio (CP). O protocolo é constituído por três camadas: o nível de rede (nível 3), o nível de ligação (nível 2) e o nível físico (nível 1), como descrito na figura seguinte.

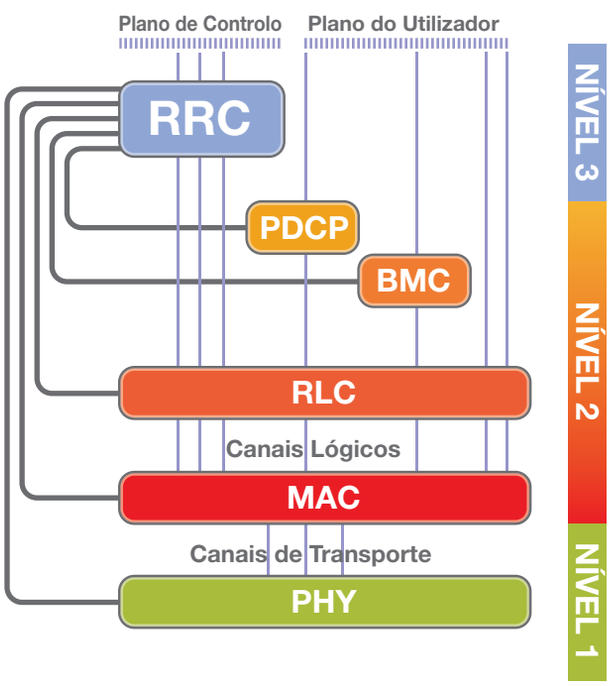


Figura 3 - Modelo Protocolar Geral para a Interface Radio

O nível 3 tem como subnível o RRC (*Radio Resource Control*) que fornece serviços aos níveis superiores CC (*Call Control*) e MM (*Mobility Management*). O nível RRC é responsável pelo *broadcast, paging*, estabelecimento/libertação das ligações rádio, controlo de potência, etc.

O nível 2 tem quatro subníveis: MAC (*Medium Access Control*), RLC (*Radio Link Control*), PDCP (*Packet Data Convergence Protocol*) e o BMC (*Broadcast/Multicast Control*). O RLC e MAC estão no UP e CP, enquanto o PDCP e o BMC são usados no UP (informação). O PDCP tem como principais funções a transferência de dados do utilizador e a compressão/ descompressão de cabeçalhos (RTP/ UDP/ IP). O BMC fornece serviços de transmissão de *broadcast/multicast*. O sub-nível RLC fornece os serviços de transferência de dados nos modos transparente /confirmado/não confirmado, a manutenção da QoS como definida pelos níveis superiores e a notificação de erros não recuperáveis. Os SAP (*Service Access Point*) entre o MAC e o nível físico fornecem os canais de transporte; os SAP entre o RLC e o MAC proporcionam os canais lógicos. Existem dois tipos de canais lógicos: canais de controlo (no CP) e canais de tráfego (no UP). Os canais lógicos de controlo são os seguintes: BCCH (*Broadcast Control Channel*), PCCH (*Paging Control Channel*), DCCH (*Dedicated Control Channel*), CCCH (*Common Control Channel*) e SHCCH (*Shared Channel Control Channel*). Os canais lógicos de tráfego são o DTCH (*Dedicated Traffic Channel)* e o CTCH (*Common Traffic Channel*). São funções do MAC: mapeamento dos canais lógicos nos canais de transporte, selecção do formato apropriado de cada canal de transporte conforme a velocidade, identificação dos UE nos canais de transporte comuns, multiplexagem/desmultiplexagem dos PDU (*Packet Data Unit*) em/dos blocos de transporte que são entregues ao (ou vem do) nível físico, medidas do volume de tráfego e comutação entre canais de tráfego comuns e dedicados, etc.

O nível físico (PHY) oferece serviços de transferência de informação ao MAC e aos níveis superiores. São para isso usados canais de transporte definidos no SAP entre o nível físico e o MAC. Os canais de transporte são mapeados nos canais físicos para serem transportados para o outro extremo da ligação rádio. As funções mais importantes do nível físico são: modulação e espalhamento dos canais físicos, controlo de potência, execução de medidas (ex: BLER), detecção de erros, FEC (*Forward Error Correction*) e *interleaving* nos canais de transporte, execução de macro diversidade e de *soft handover*. Os canais físicos são os seguintes: DPDCH, DPCCH, PRACH, PCPCH, S-CCPCH, SCH, AICH, AP-AICH, PICH e CD/CA-ICA. O nível físico usa como tecnologia de transmissão o WCDMA (*Wideband* CDMA). A tabela seguinte mostra os seus parâmetros mais relevantes.

Método de Acesso	DS-CDMA
Método de *duplexing*	FDD/TDD
Chip Rate	3.84 Mcps
Duração da Frame	10 ms
Modulação	QPSK
Detecção	Coerente, usando símbolos de piloto ou piloto comum
Codificação de Canal	Convolucional e Turbo
Controlo de Potência	*Open loop* e closed *loop*

Tabela 1 - Principais Características do Nível Físico

2.4 Serviços e Aplicações

A escassez de recursos da interface radio conduziram a um aumento da importância dos aspectos relacionados com a qualidade de serviço (QoS). É possível oferecer os mesmos serviços mas com QoS diferentes; por exemplo, para um acesso à Internet é possível ter acessos a 64 kbps ou a 384 kbps.

No contexto UMTS, foram definidas 4 classes de QoS de forma a distinguir diferentes níveis de requisitos de tráfego **[4]**. Estas classes são:

Conversational
Nesta Classe as relações temporais são preservadas; isto significa que não podem existir variações de atraso (*jitter*) e que os atrasos terão de ser baixos e previsíveis. Exemplo: voz.
Streaming
Aqui pode haver atrasos, embora não possa existir *jitter*. Exemplo: vídeo em tempo real.
Interactive
Nesta Classe, os requisitos principais são a preservação do conteúdo e o cumprimento de um determinado padrão de pedido/resposta que seja inferior a um determinado período de tempo. Exemplo: navegar na Internet.
Background
Nesta classe o receptor da informação não espera que os dados cheguem imediatamente, no entanto assume que estes não contêm erros. Exemplo: correio electrónico.

3 UMTS Release 04

A Release 04 introduz várias alterações, nomeadamente:

Uma arquitectura híbrida, ou seja, uma UTRAN baseada em ATM e uma *Core Network* baseada em IP/ATM
Inclusão do EDGE
Melhoramentos a nível de serviços graças à utilização de ferramentas como CAMEL, MexE, SAT, VHE/OSA.
Melhorias a nível da qualidade de serviço (serviços tempo real usando o domínio PS), segurança, autenticação e privacidade
Roaming inter-domínio

Contudo, a principal alteração é a divisão do domínio CS num plano de sinalização (MSC *server*) e num plano de transporte (*Media Gateway* - MGW) o que leva ao aparecimento de novas entidades na rede. Esta separação conduz a uma redução de custos e optimização dos recursos de transporte. É garantida também a compatibilidade com os serviços da *Release* 99.

4 UMTS Release 05

Na Release 05 **[5][6]** foram introduzidas melhorias ao nível da interface rádio e rede de acesso (UTRAN) e outros conceitos como OSA (*Open Services Architecture*), LCS (*Location Services*), MExE (*Mobile Execution Environment*). Foram ainda alteradas as ferramentas USIM e aspectos relacionados com a transferência de mensagens e segurança.

As principais novidades desta *Release* situam-se contudo ao nível da introdução de: transporte IP na UTRAN, *High-Speed Downlink Packet Access* (HSDPA) e *IP Multimedia Sub-system* (IMS). O transporte IP na UTRAN **[7]** veio possibilitar o uso do IP na camada de transporte nas interfaces Iub, Iur, Iu-PS e Iu-CS como alternativa ao ATM. O HSDPA **[8]**, um canal partilhado de *downlink* apenas para dados, veio permitir taxas de transmissão até aos 10 Mbps. O IMS **[9]** foi introduzido na rede núcleo com o objectivo de suportar aplicações que envolvem componentes multimédia, tais como vídeo, áudio e ferramentas como *whiteboards* partilhados *on-line*, com a possibilidade de acrescentar e abandonar componentes durante a sessão. É também considerado um passo importante no sentido de permitir a convergência entre redes.

A *Release* 05 trouxe também um novo elemento de rede, denominado de *Home Subscriber Server* (HSS) **[10]**. Tanto o HLR (*Home Location Register*) como o AuC (*Authentication Centre*) das *Releases* anteriores foram absorvidos pelo HSS. Este elemento é uma base de dados da maior importância, contendo informação relacionada com a subscrição e outra destinada a ser utilizada pelos elementos de rede que efectivamente processam as chamadas/sessões.

5 UMTS Release 06

As modificações introduzidas à *Release* 05 foram motivadas pela crescente necessidade do utilizador em termos de serviços que combinem componentes em tempo real e tempo não real, disponíveis tanto em ambientes móveis como fixos. Como consequência, a *Release* 06 tem como principais objectivos melhorar a capacidade, Qualidade de Serviço (QoS) e a distribuição de serviços e conteúdos multimédia. A *Release* 06 ainda não está fechada **[5]** tendo como data prevista de término o final de 2004.

As principais funcionalidades introduzidas são:

Multimedia Broadcast Multicast Service (MBMS)
Introduz de difusão e *multicast* na rede UMTS. A ideia foi utilizar capacidades de e broadcast de forma mais optimizada os recursos rádio aquando da distribuição da mesma informação para múltiplos utilizadores. Trata-se efectivamente de um serviço ponto-multiponto onde a informação é transmitida de uma única fonte para vários destinatários [**11**]. O MBMS pode ser distribuído sobre uma área de serviço difusão ou *multicast* que poderá abranger toda a rede ou apenas uma pequena área geográfica (ex. Centro Comercial ou Estádio) com conteúdos específicos.
Partilha de Redes
Possibilita a ligação da mesma UTRAN a diferentes redes núcleo de diferentes operadores, permitindo não só a partilha de elementos da RAN, mas também os próprios recursos rádio **[12]**.
Serviço Prioritário
Permite o acesso aos serviços, de forma prioritária, a determinados utilizadores previamente autorizados. Estes utilizadores têm acesso prioritário aos canais de rádio (para tráfego de voz ou dados) em situações de congestionamento da rede.
Serviços do Tipo *Push*
Tecnologia que permite à entidade fornecedora de conteúdos transferir informação para um determinado utilizador sem que este a tenha previamente solicitado, bastando somente a adesão ao serviço por parte do utilizador.
Serviços de Presença
Utilizam informação de presença do utilizador, dos seus dispositivos, serviços e componentes de serviços geridos pela rede.

Interligação entre as *Wireless* LAN (WLAN) e o sistema UMTS
Utilização das WLAN como redes de acesso
IMS Fase 2
A segunda fase do IMS integra alguns itens inacabados na *Release* 05 e outros como por exemplo o IMS *Messaging*, *Group Managing*, *Conferencing*, interacção entre o IMS e redes *Packet Switch* (PS) e *Circuit Switch* (CS).

Outras melhorias introduzidas pela *Release* 06 são: *Enhanced Uplink for Dedicated Channels* (EUDCH), melhorias na QoS, *Push-to-Talk over Cellular* (PoC), mensagens instantâneas, serviços de *streaming* PS e voz/vídeo sobre IP. Existem também outros atributos com o intuito de melhorar a eficiência espectral e eficiência da rede bem como a experiência do utilizador [**14**]

6 UMTS Release 07

Esta Release terá como objectivos principais:

Melhoria da eficiência espectral através de novos métodos de codificação e modulação e de sistemas com múltiplas antenas - MIMO (*Multiple Input Multiple Output*).
Aumento das capacidades do IMS, como por exemplo suportar acessos fixos (*wireline*) para permitir a convergência fixo-móvel.
Integração de outras tecnologias rádio, nomeadamente WLAN, garantindo a mobilidade entre os sistemas e o acesso aos serviços de voz tradicionais.

7 Conclusões

As especificações técnicas desenvolvidas pelo 3GPP endereçam tanto a rede núcleo, rede de acesso e o *interface* radio dos sistemas de 3ª geração UMTS. As especificações estão reunidas em *Releases* estando neste momento a ser ultimada a *Release* 06. Quando uma nova *Release* sai, é garantida a compatibilidade com a anterior, ou seja, cada nova Release acrescenta novas funcionalidades às anteriores. Actualmente está a entrar em exploração comercial a *Release* 99.

8 Referências

[1] **WCDMA for UMTS**, Harri Holma, Antti Toskala, editora: Jonh Wiley et sons, ltd.

[2] **3GPP TS 25.401 v4.6.0,** "UTRAN *overall description*", *December* 2002.

[3] **UMTS Mobile Communications for the Future**, Flavio Muratore,editora: Jonh Wiley et Sons, ltd.

[4] **3GPP TS 23.107 v3.9.0 Rel99** "*Quality of Service* (QoS) *concept and architecture*"

[5] **3GPP TR 21.902 v6.0.0 Rel6,** "*Evolution of* 3GPP *System*", *September* 2003.

[6] **ETSI Mobile Competence Centre:** *"Overview of* 3GPP *Release* 5 *– Summary of all Release 5 Features*", *Version 9th September* 2003.

[7] **3GPP TR 25.933 V5.4.0 (2003-12):** " *IP transport in* UTRAN" (*Release* 5)

[8] **3GPP TS 25.308 V5.4.0 (2003-03):** " High Speed Downlink Packet Access (HSDPA)"; Overall description; Stage 2 (Release 5)

[9] **3GPP TS 23.228 V6.1.0 (2003-03):** " IP Multimedia Subsystem (IMS)"; Stage 2 (Release 6)

[10] **3GPP TS 23.002 V5.12.0 (2003-09):** "Network Architecture" (Release 5)

[11] **3GPP TS 23.246 v6.3.0 Rel6,** "MBMS Architecture and functional description" June 2004.

[12] **3GPP TR 22.951 v6.1.0 Rel6**, "*Service aspects and requirements for network sharing*", *March* 2003.

[13] **3GPP TR 22.934 v6.2.0 Rel6,** "*Feasibility Study on 3GPP system to* WLAN *interworking*", September 2003.

Manuel Dínis (PTIN)

É licenciado em Eng. Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro desde 1990. Encontra-se actualmente a concluir o grau de Doutor na mesma Universidade na área das Comunicações Móveis de Banda Larga.

Em 1996 ingressou nos quadros da PT Comunicações S.A., encontrando-se actualmente na PT Inovação S.A onde pertence ao departamento de Experimentação e Selecção de Tecnologias e é responsável pelo grupo de Redes Móveis. Desde 1994 que tem estado envolvido em diversos projectos internacionais sendo actualmente gestor do projecto Europeu FP6 IST B-BONE. Este projecto tem como objectivo desenvolver soluções que melhorem o desempenho das redes 3G UMTS quando utilizadas para serviços de difusão ou multicast (MBMS).

É especialista nas áreas de propagação de sinais rádio, planeamento celular e redes móveis. Publicou mais de 60 artigos técnicos em revistas e conferências nacionais e internacionais.

Filipe Cabral Pinto (PTIN)

Mestre em Telecomunicações pela *Queen Mary University of London* e Licenciado em Engenharia Electrotécnica pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, pertence ao departamento de Experimentação e Selecção de Tecnologias.

Actualmente desempenha funções no âmbito do projecto europeu EVEREST- *Evolutionary Strategies for Radio Resource Management in Cellular Heterogeneous Networks*.

No passado mais recente colaborou nos projectos europeus OPIUM - *Open Platform for Integration of* UMTS *Middleware* - e NETGATE - *Advanced Network Adapter for the new Generation of Mobile and IP based Networks*.

Álvaro Gomes (PTIN)

Licenciado em Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro pertence aos quadros da Portugal Telecom desde 1981.

A trabalhar no departamento de Experimentação e Selecção de Tecnologias (EST) da PT Inovação tem como principais interesses as áreas do planeamento, optimização e gestão de recursos rádio (RRM) 3G.

Participou nos projectos IST EVEREST (*Evolutionary Strategies for Radio Resource Management in Cellular Heterogeneous Networks*), SEACORN (*Simulation of Enhanced UMTS Access and Core Networks*) e SHUFFLE (*An agent based approach to controlling resources in UMTS networks*).

É autor e formador dos cursos "Redes UMTS" e "Introdução ao UMTS" da PTIN.

Pedro Capão (IT)

Concluiu a Licenciatura em Engenharia Electrónica e Telecomunicações na Universidade de Aveiro em Setembro de 2002, com média final de 14 (catorze) valores. No último ano do curso decidiu especializar-se na área de Comunicações Móveis, tendo realizado o projecto final nessa área.

É bolseiro de investigação no Instituto de Telecomunicações na Universidade de Aveiro desde Maio de 2003, encontrando-se de momento integrado no projecto europeu B-BONE (*Broadcasting and Multicasting Over Enhanced UMTS Mobile Broadband Networks*) da *Information Society Technologies*.

Tem vindo a adquirir conhecimentos específicos em sistemas de comunicações móveis, principalmente UMTS.

João Rebelo (IT)

Licenciado em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, actualmente é bolseiro de investigação do Instituto de Telecomunicações pólo de Aveiro e encontra-se envolvido no projecto IST EVEREST "*Evolutionary Strategies for Radio Resource Management in Cellular Heterogeneous Networks*".

Manuel Dinis

Adriano Santos

NOVAS TECNOLOGIAS APLICÁVEIS AO UMTS E SEU DESEMPENHO

UMTS, PIC, SIC, MISO, RAN, Difserv, Débito, Capacidade e Simulação

É hoje já notória a incapacidade que o UMTS tem em fornecer débitos binários elevados para um grande número de utilizadores. É de todo pertinente o desenvolvimento de melhoramentos no sentido de suportar serviços de maior débito e principalmente para aumentar a capacidade por unidade de área. Neste artigo são endereçados aspectos relativos ao interface rádio e rede de acesso, nomeadamente utilizando novas técnicas de modulação/codificação ou de diversidade e também o desempenho da tecnologia DifServ quando utilizada na rede de acesso do UMTS. Os resultados foram obtidos por simulação, utilizando simuladores de *Link Level* e *System Level*. Este estudo foi realizado no âmbito do projecto Europeu IST-SEACORN (*Simulation of Enhanced UMTS Access and Core Networks*).

1 Introdução

As redes UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) em operação têm por base a chamada *Release* 99 (*Release* 03) do 3GPP. A arquitectura da rede é constituída por 3 grandes domínios funcionais: rede núcleo (CN), rede de acesso rádio (RAN) e terminal móvel (UE) **[2]**.

Na CN podemos encontrar entidades como o MSC/VLR (*Mobile Switching Centre/Visitor Location Register*) e a GMSC (*Gateway* MSC) para o domínio CS (*Circuit Switching*), e o SGSN (*Serving GPRS Support Node*) e GGSN (*Gateway GPRS Support Node*) para o domínio de PS (*Packet Switching*). Outro dos elementos da CN bastante importante é o HLR (*Home Location Register*) que é partilhado pelo domínio PS e CS. A CN tem como principais funções a comutação, encaminhamento e a ligação a outras redes exteriores à PLMN (*Public Land Mobile Network*).

A RAN efectua a gestão, controlo e atribuição dos recursos. Na RAN temos os elementos RNC (*Radio Network Controller*) e os Nós B, em que o RNC pode controlar vários Nós B, que por sua vez podem servir uma ou mais células (sectores). O RNC controla os recursos rádio dos Nós B a ele ligados, e por sua vez, os Nós B estabelecem, removem e mantêm canais rádio até aos terminais móveis.

O UE tem como função o estabelecimento da comunicação rádio através da interface rádio. É também no UE que fica guardada informação relativa à identidade do utilizador (USIM – UMTS *Subscriber Identity Module*), bem como informações cruciais para os procedimentos de autenticação e encriptação.

A *Release* 04 da norma UMTS introduziu algumas alterações, sendo as mais importantes ao nível da arquitectura (ATM na RAN e IP sobre ATM na CN), melhoramentos da Qualidade de Serviço (QoS), suporte a *roaming* inter-domínios e à divisão do domínio CS. Já na *Release* 05, as evoluções passaram por melhorias ao nível dos serviços de localização (LCS), à introdução de transporte IP na RAN, pela inclusão do HSDPA (*High-Speed Downlink Packet Access*) e do IMS (IP *Multimedia Subsystem*) na CN para serviços multimédia. A *Release* 06, trouxe essencialmente evoluções em termos de QoS, capacidade da rede, melhorias na possibilidade de ter serviços diferenciados em paralelo, MBMS (*Multimedia Broadcast Multicast Service*) e a possibilidade de interacção com outras tecnologias de acesso rádio tais como as WLAN. Esta *Release* ainda não se encontra fechada.

Já em preparação a *Release* 07, cujos principais passos evolutivos se centram em inovadores métodos de codificação e modulação, bem como o sistema de antenas MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) para a interface rádio. Num outro artigo desta revista é apresentado um historial mais detalhado da evolução da norma UMTS até à *Release* 07 e das características principais da *Release* 99.

Desde que foi publicada a *Release* 99 que muito se tem clarificado sobre as verdadeiras capacidades da tecnologia 3G UMTS. Apesar do salto quantitativo em termos de taxa de transmissão máxima, parece ser plausível dizer que o UMTS ainda não consegue satisfazer, a preços acessíveis, as previsíveis necessidades de tráfego, na componente de dados, para uma grande parte dos serviços previstos pelo UMTS Forum **[8]**. Este facto motivou o desenvolvimento de novas soluções, em que o HSDPA é um bom exemplo, apesar de só contemplar a direcção descendente (*downlink*), direcção onde se espera uma maior necessidade de largura de banda.

É sabido que a utilização de tecnologia WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) na interface rádio apresenta limitações, devido principalmente ao factor interferência, que pode resultar do acesso múltiplo ou devido à interferência entre símbolos, resultante do fenómeno propagação multipercurso, quando estão em causa ritmos de transmissão elevados.

Recentemente temos também assistido ao desenvolvimento da área das comunicações sem fios onde as WLAN (*Wireless Local Area Networks*) têm tido um papel importante, nomeadamente o sistema IEEE 802.11b, também conhecido por WiFi. Este sistema permite a partilha de um canal de 11 Mbit/s por vários utilizadores.

Mantendo a actual visão para a *Release* 07, as WLAN são vistas como um complemento às redes UMTS. A rede resultante será com certeza mais flexível e eficiente, pois será feita uma gestão mais optimizada dos, sempre escassos, recursos rádio.

Nas próximas secções deste artigo são apresentadas possíveis soluções para melhorar a *performance* da interface rádio e RAN, abordadas pelo projecto IST-SEACORN.

2 Evolução da Interface Rádio [1]

A maior limitação de uma rede móvel encontra-se na interface rádio. Esta limitação existe pelo menos a dois níveis: a escassez de espectro e um canal de transmissão com características muito difíceis. A consequência directa é a diminuição dos débitos de transmissão máximos e a capacidade por unidade de área.

2.1 Opções Consideradas

Existem actualmente várias técnicas de vanguarda que têm sido equacionadas para aplicação na interface rádio, com vista ao aumento da capacidade e aumento dos débitos de transmissão, nomeadamente, Codificação Espacial e Temporal (STC) e Antenas Adaptativas (formatação de feixe) em associação com canais do tipo MISO (*Multiple Input Single Output*); e a aplicação de esquemas de modulação e codificação espectralmente eficientes e receptores quase óptimos. A combinação de técnicas de espalhamento espectral e de codificação é outra das possibilidades que pode ser considerada neste contexto.

Na literatura científica pode constatar-se que o trabalho desenvolvido na área dos receptores com detecção de múltiplos utilizadores (MUD) e tecnologia DS-CDMA é vasta. As técnicas MUD são maioritariamente usadas em estações base, pois é possível estimar as características do canal rádio, conhecer as sequências de espalhamento dos interferentes, e pelo facto da complexidade tolerada ser relativamente grande quando comparada com os terminais móveis.

A tendência actual na área das telecomunicações móveis é utilizar cada vez mais sistemas assíncronos, com elevados ritmos de transmissão na ligação descendente (*downlink*). São exemplos o acesso à *Internet*, acesso a bases de dados, serviços multimédia em geral, etc. Para cumprir este requisito é importante estudar técnicas que combatam as diversas fontes de interferência e que movam o mais possível a complexidade de processamento para a estação base. Outra possibilidade importante de melhoramento do desempenho é a associação de *turbo* códigos com tecnologia DS-CDMA. Os codificadores e descodificadores *turbo*, são usados na estação base e terminal móvel.

Os benefícios da adaptabilidade dos parâmetros de transmissão num sistema sem fios às constantes variações das condições do canal rádio são bem conhecidos. Na realidade, o controlo de potência é já um exemplo de uma técnica implementada para assegurar a qualidade da comunicação e aumentar a capacidade do sistema, para além de aumentar a duração das baterias dos terminais móveis. O processo de adaptação dos parâmetros de transmissão para compensar a variabilidade do canal rádio é conhecido como "adaptação da ligação" (*link adaptation*), sendo exemplo a modulação e codificação adaptativas (AMC – *Adaptive Modulation and Coding*).

O princípio de funcionamento da AMC é a alteração do formato de modulação e codificação da informação de acordo com as condições instantâneas do canal rádio. Num sistema com AMC, aos utilizadores em posições mais favoráveis (ex. perto da antena transmissora) são tipicamente atribuídas modulações e codificações de maior ordem (ex. 16 QAM com R=3/4 turbo códigos), enquanto que aos utilizadores em condições menos favoráveis (ex. longe da antena transmissora) são atribuídas modulações e codificações de menor ordem (ex. QPSK com R=1/2 turbo códigos). As maiores vantagens que se podem tirar da AMC são a disponibilização de taxas de transmissão mais elevadas para utilizadores em condições favoráveis, aumentando a capacidade da célula e a redução da interferência, devido à adaptação da ligação ser efectuada com base na modulação/codificação, em vez de ter por base variações na potência de transmissão.

2.2 Resultados de Simulação

Existem duas categorias principais de MUD: equalizadores lineares e receptores com cancelamento subtractivo de interferência. Os receptores lineares possuem filtros lineares que suavizam a interferência de acesso múltiplo. Os receptores com cancelamento de interferências tentam estimar as componentes de interferência de acesso múltiplo, e de seguida subtraem o valor estimado ao sinal recebido. O cancelamento de interferências de múltiplo acesso pode ser efectuado em paralelo para todos os utilizadores, resultando num algoritmo conhecido como PIC (*Parallel Interference Cancellation*) e cuja estrutura é apresentada na **Figura 1**.

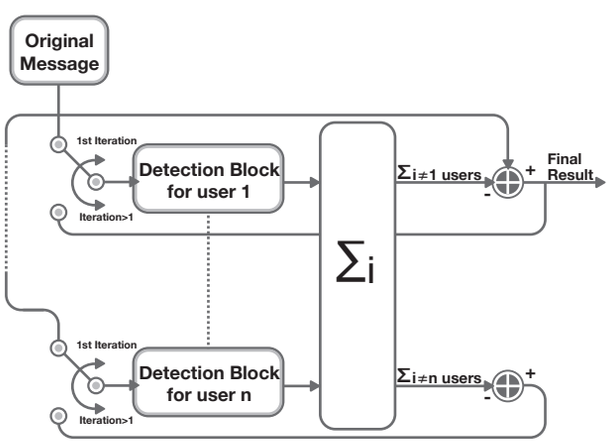


Figura 1 - Estrutura PIC

Para avaliar o desempenho da interface rádio, foi desenvolvido um simulador de *Link Level*. A interface rádio UMTS foi implementado a partir do nível de transporte do transmissor, codificação turbo, transmissão de informação codificada, modelo de canal, receptor RAKE, descodificador turbo, e todas as operações necessárias até ao nível de transporte do receptor novamente. Todos os módulos especificados pelo 3GPP foram implementados e ao qual foi adicionado esquemas MUD na recepção da estação base. A **Figura 2** ilustra os resultados da taxa de erros BER (*Bit Error Rate*) num canal interior (*indoor*) usando PIC na ligação ascendente com 64kbit/s [SF (*Spreading Factor*) =16] e 144kbit/s (SF=8). Verifica-se que os algoritmos PIC com 3 iterações conduzem a uma melhor *performance*.

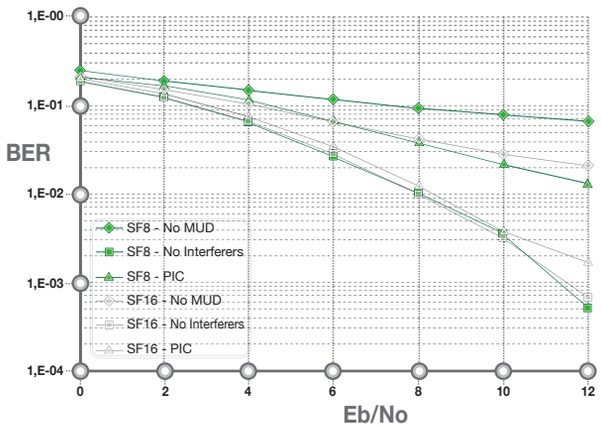


Figura 2 - Resultados de BER com e sem PIC num canal *indoor* com 10 fontes de interferência

Relativamente a cancelamentos de interferência e esquemas de diversidade na direcção descendente (*downlink*), foram propostos três algoritmos, nomeadamente a técnica de filtragem com pre-distorção, o esquema com diversidade STD (*Selective Transmit Diversity*) com duas antenas no transmissor, e também a combinação dos dois métodos. Na **Figura 3** verifica-se que com o filtro de pre-distorção por si só ou combinado com STD atinge-se uma significativa melhoria de performance da ligação, quando comparado com esquemas que não incluem estes algoritmos de recepção na direcção descendente (*downlink*), especialmente quando na presença de elevados níveis de interferência causada pelo acesso múltiplo (MAI) ao meio rádio.

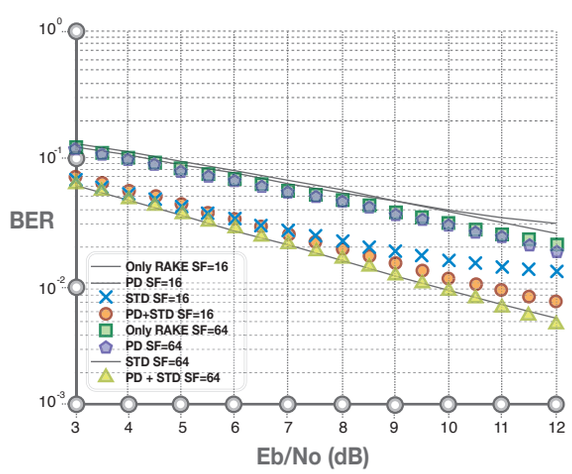


Figura 3 - BER em ambiente *indoor* com 12 fontes de interferência

As condições de canal têm um impacto significativo na *performance* da ligação, especialmente para modulações de ordem elevada como o 16-QAM (uma das modulações usada no HSDPA). Uma solução possível para diminuir esta degradação de desempenho é a implementação de um MPIC (*Multipath Parallel Interference Canceller*) no receptor. Outros algoritmos de codificação espacial e de diversidade foram também testados, tais como o STBC (*Space-Time Block Coding*), STD (*Selective Transmit Diversity*) e STTD (*Space Time Transmit Diversity*).

A especificação 3GPP UMTS define vários modos de CQI (*Channel Quality Indicator*) para o HSDPA, que não são mais do que informação relativa às condições do canal e que por sua vez representam as combinações predefinidas de modulação e codificação disponíveis para utilizar como AMC. Com o simulador *Link Level*, foram simulados vários modos CQI, sendo apresentadas neste artigo somente os resultados relativos a CQI 1 e 30 **(ver Tabela 1)**, usando esquemas de diversidade de transmissão e MPIC (só para os casos em que se usou modulação 16-QAM). Os tipos de canais rádio utilizados foram o *Pedestrian* A e *Indoor* A (velocidade do terminal móvel de 3 km/h), conforme definidos nas normas do 3GPP **[5]** (ver **Figura 4** a **Figura 7**).

CQI#	Tamanho do Bloco de Transporte	Número de HS-PDSCH	Modulação
1	137	1	QPSK
30	25558	15	16-QAM

Tabela 1. Parâmetros para os modos CQI usados na simulação

Os resultados obtidos são apresentados nas figuras seguintes:

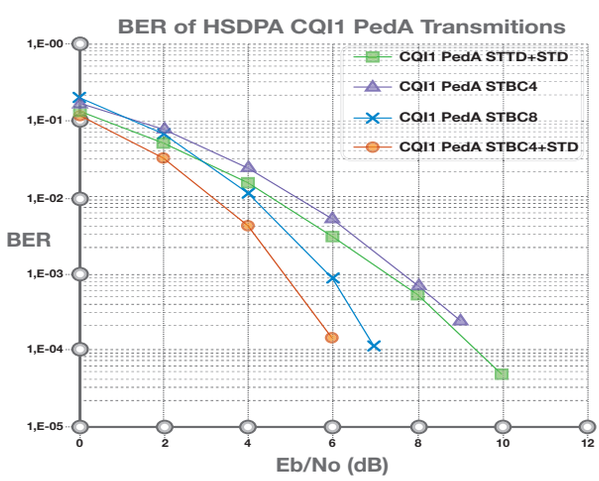


Figura 4 - BER HSDPA CQI1, num canal *Pedestrian* A usando 4 e 8 antenas na transmissão

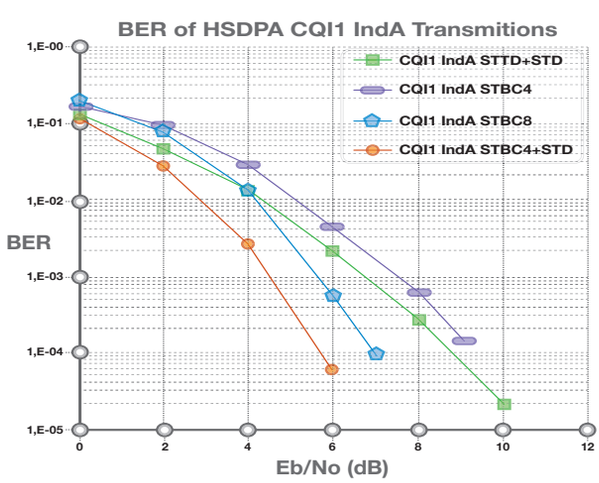


Figura 5 - BER HSDPA CQI1, num canal *Indoor* A usando 4 e 8 antenas na transmissão

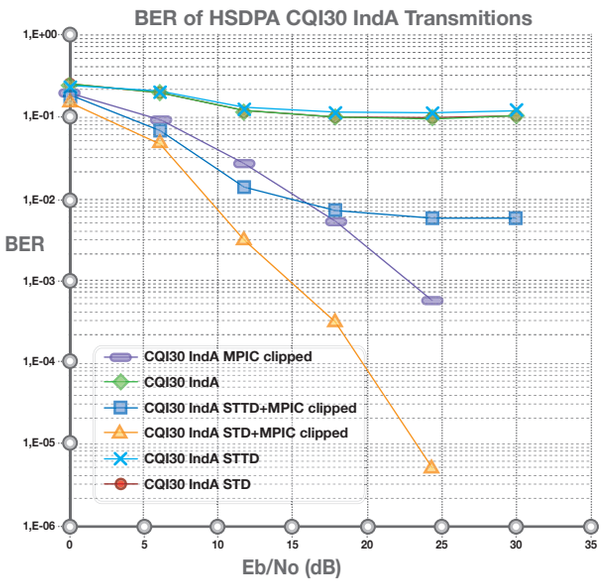


Figura 6 - BER HSDPA CQI30, num canal *Indoor* A com e sem MPIC

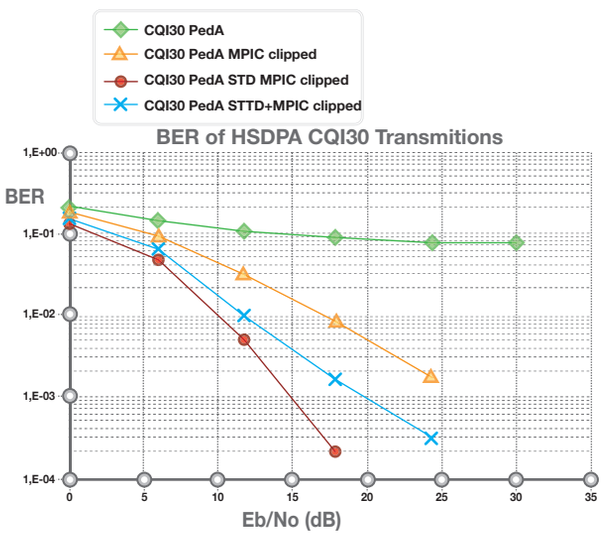


Figura 7 - BER HSDPA CQI30, num canal *Pedestrian* A com MPIC

3 Evolução da RAN e Rede Núcleo

O simulador de sistema (*System Level*) desenvolvido no projecto teve como principal objectivo avaliar o comportamento da rede extremo-a-extremo, do terminal móvel até ao servidor da aplicação, quando em presença de múltiplos terminais (**Figura 8**). Tendo em consideração que os efeitos introduzidos pela interface rádio devem ser incorporados, foi feita a integração das simulações de *Link Level*. Na secção anterior foram apresentados alguns resultados a nível do desempenho da interface rádio HSDPA quando considerada isoladamente.

A infra-estrutura de rede UMTS deve ser capaz de fornecer/suportar uma grande variedade de serviços e aplicações multimédia. Para que isto seja possível nas redes móveis baseadas em IP, estas devem possuir características que permitam diferentes e apertados requisitos de QoS. Nesse contexto, devido às suas características específicas relacionadas com as funcionalidades rádio, a RAN é a parte da rede UMTS que mais facilmente se torna o ponto mais fraco em termos de fornecimento de um nível satisfatório de QoS.

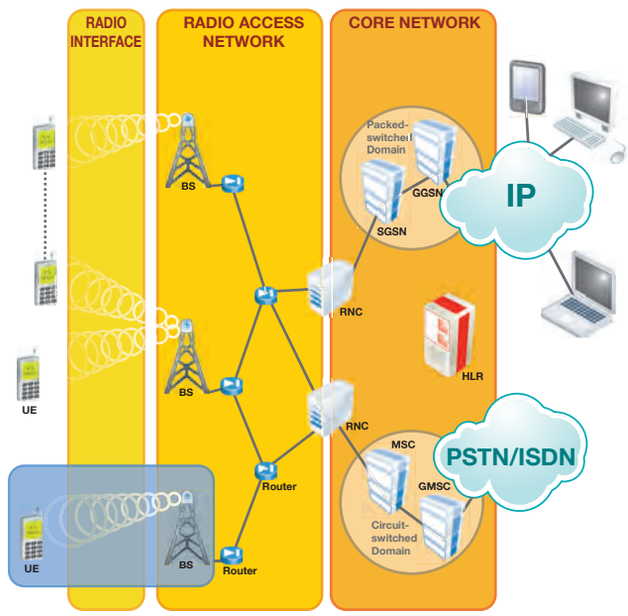


Figura 8 - Arquitectura da rede UMTS implementada no simulador *System Level*

3.1 Opções Consideradas

As redes sem fios actuais mostram que o sentido de evolução passará pelo utilização de IP como tecnologia de transporte (ver **secção 1** sobre evolução da norma 3G UMTS). Na *Release* 05 do 3GPP, o objectivo é já ter IP como tecnologia de transporte em todas as partes da rede. Isto significa que as futuras redes móveis serão baseadas em IP, comutação de pacotes extremo-a-extremo em que o IP será usado como a principal tecnologia de transporte conforme se pode observar na **Figura 9**, para o *User Plane*.

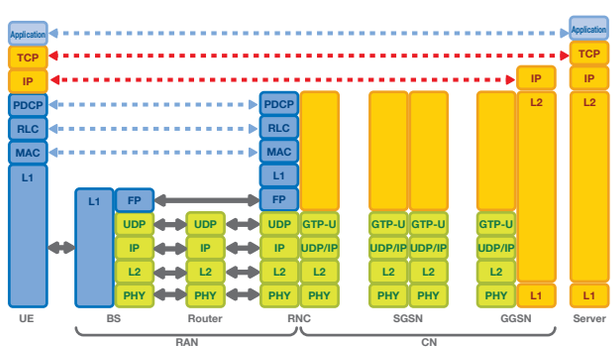


Figura 9 - User Plane com CN PS e RAN IP

Podemos afirmar que a RAN é algo semelhante a uma Intranet que é controlada pelo operador móvel, onde os requisitos de QoS são independentes dos requisitos extremo-a-extremo (ver **Figura 9**). Assim, os esquemas de gestão de recursos apenas necessitam de ser suportados na RAN ponta a ponta A arquitectura RAN baseada em IP é apresentada na **Figura 10**.

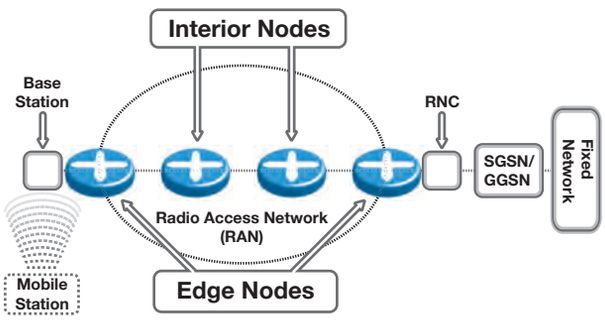


Figura 10 - Arquitectura RAN IP

As ligações entre a estação base e o RNC são asseguradas por *routers* IP. Estes *routers* podem ser de dois tipos e são designados por nós interiores ou nós exteriores (*edge routers*). Os nós exteriores são responsáveis pela gestão e controlo da pré-sessão (antes do estabelecimento de uma sessão) e pela verificação do impacto da adição de uma nova sessão, retirando estas responsabilidades aos nós interiores e como tal evitando problemas de escalabilidade.

No projecto foram consideradas as arquitecturas de QoS I*ntegrated Services* (Intserv) e *Differentiated Services* (Diffserv). O DiffServ é uma arquitectura de QoS bastante escalável e foi a seleccionada para utilização na RAN. A escalabilidade é conseguida oferecendo serviços de uma forma agregada em vez de uma estratégia por fluxo. No entanto, o DiffServ por si só, embora escalável, não foi desenvolvido para ambientes tão dinâmicos como uma RAN. Para que o serviço de transporte fosse satisfatório, foi necessário complementá-la com mecanismos de gestão de recursos dinâmicos. A arquitectura usada para a RAN está apresentada na **Figura 11**.

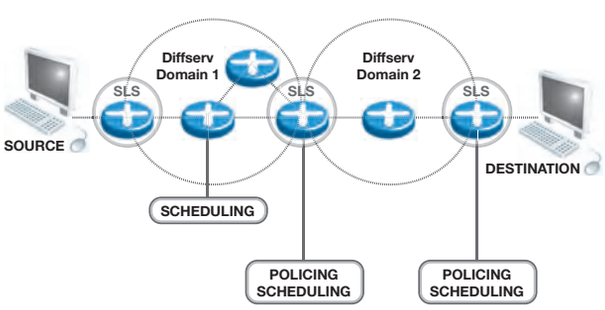


Figura 11 - Arquitectura DiffServ

O IETF (*Internet Engineering Task Force*) criou um grupo de trabalho (WG – *Working Group*), chamado *Next Steps In Signalling* (NSIS) para especificar e desenvolver novos tipos de soluções de QoS que devem ir de encontro às necessidades de aplicações de tempo real e aos requisitos de QoS impostos por uma rede UMTS.

3.2 Resultados de Simulação

Para facilitar a leitura e interpretação dos resultados do desempenho das novas técnicas, foram efectuados diversas simulações e colhidos diversos parâmetros como *throughput*, atraso, *jitter*, cobertura, probabilidade de bloqueio de chamada, probabilidade de queda de chamada e outras parâmetros que caracterizam o comportamento do sistema.

Os modelos de propagação usados foram os desenvolvidos pelo projecto COST 231 **[6]**. Estes modelos são baseados em aproximações teóricas e empíricas bem com medições exaustivas em cidades Europeias.

Os modelos de mobilidade e de tráfego foram desenvolvidos no projecto SEACORN e os cenários usados foram: *Office* (topologia pico-celular), *Business City Centre* (topologia micro-celular) e *Urban/Vehicular* (topologia macro-*cellular*) **[8]**.

Apesar de ter sido grande a quantidade de resultados obtidos **[3][7]**, por limitações de espaço, somente apresentamos aqui alguns exemplos (ver **Figura 12 a Figura 17**). As figuras seguintes mostram o número de chamadas aceites por tipo de tráfego para um número diferente de utilizadores, numa rede móvel com 6 células para ambiente *Office*, 25 células para ambiente BCC e 19 estações base de 3 sectores (57 células) para ambiente (*Urban/Vehicular*). A maioria das chamadas são de voz, sendo o segundo tipo mais predominante as chamadas multimédia. Apresenta-se também o *throughput* alcançado em cada um dos ambientes e para um número diferente de utilizadores, onde se pode verificar a evolução nas taxas de transmissão conseguidas quando comparadas com as especificadas pela *Release* 99 (ver **Figura 18**).

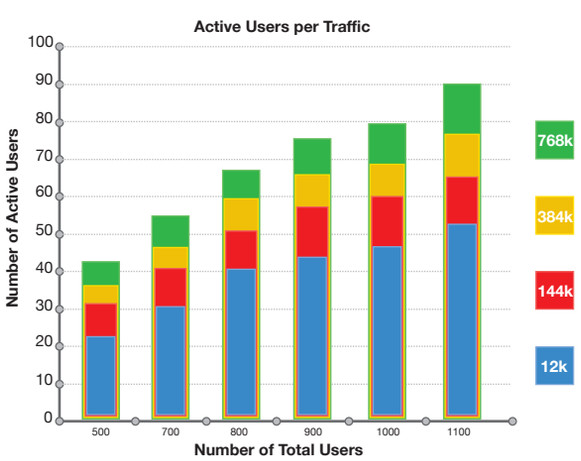


Figura 12 - Número de chamadas por tipo de tráfego em ambiente *Office*

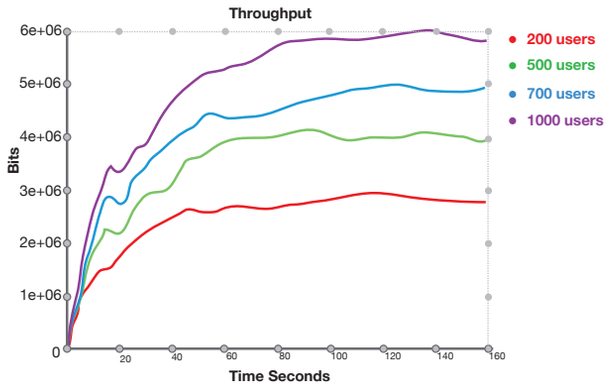


Figura 13 - *Throughput* em ambiente *Office*

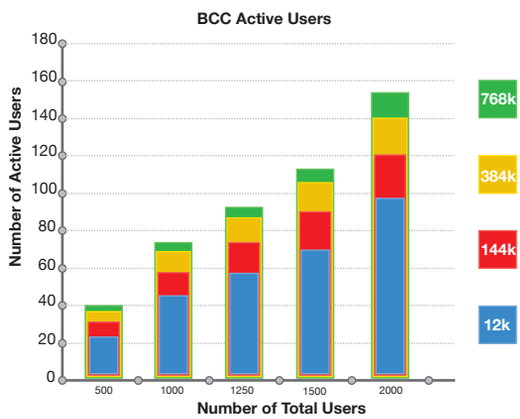


Figura 14 - Número de chamadas por tipo de tráfego em ambiente BCC

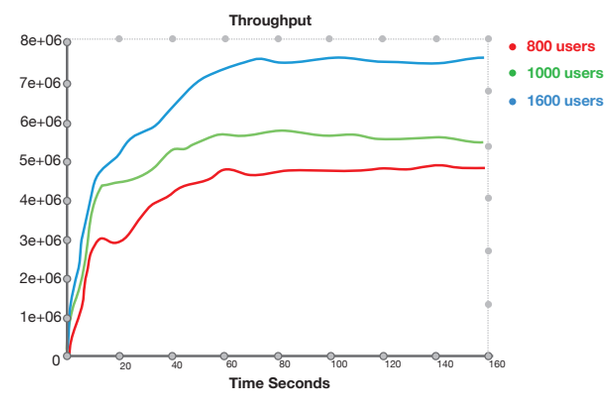


Figura 15 - *Throughput* em ambiente BCC

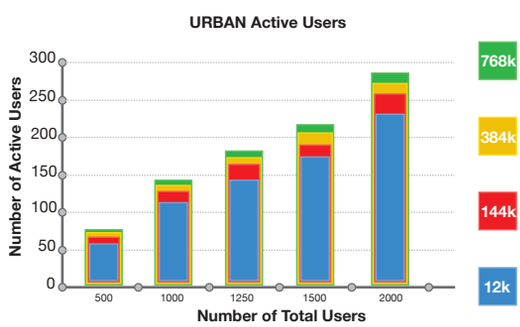


Figura 16- Número de chamadas por tipo de tráfego em ambiente *Urban/Vehicular*

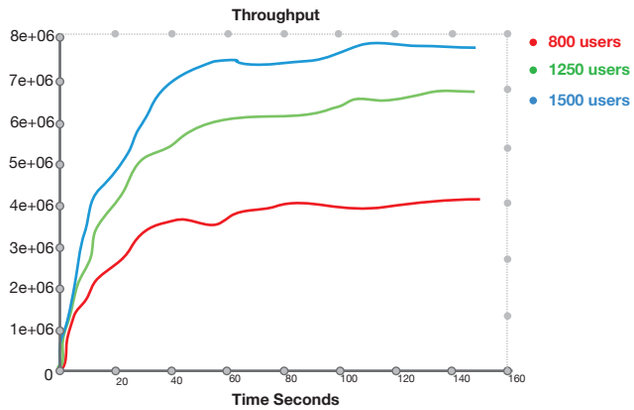


Figura 17 - *Throughput* em ambiente *Urban/Vehicular*

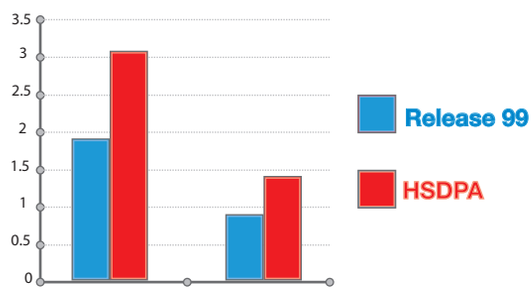


Figura 18 - Comparação da performance do *throughput* (Mbit/s), entre o DCH (R99) e o HSDPA

4 Conclusões

Este artigo teve o propósito de elucidar os leitores sobre possíveis opções tecnológicas, numa perspectiva de evolução das normas, para as diferentes componentes de uma rede móvel 3G UMTS. As técnicas apresentadas foram avaliadas recorrendo a dois simuladores: *Link Level* e *System Level* e foram estudadas no âmbito do projecto europeu IST-SEACORN.

Os resultados de simulação obtidos foram apresentados separadamente para a interface rádio, tendo por base o HSDPA, e posteriormente numa perspectiva integrada, juntando inovações a nível da RAN e *Core*, seguindo o conceito All-IP. Foram considerados três cenários: *Office*, *Business City Centre* e *Urban/Vehicular*. Os resultados de *performance* incluíram medidas de *throughput*, *delay* e *jitter*, para os diferentes cenários.

Podemos concluir que os resultados apresentados mostram que as técnicas analisadas oferecem uma me-lhor *performance* em termos de sistema do que o UMTS conforme o conhecemos hoje, tendo como característica menos positiva, o incremento da complexidade da rede.
As ferramentas de simulação desenvolvidas podem ser usadas como instrumento de avaliação da *performance*, assim como instrumento de planeamento de rede. Parâmetros como o número de utilizadores e sua distribuição nas células, mobilidade e modelos de tráfego, mecanismos de RRM, etc., podem ser alterados de forma a definir diferentes cenários de rede.

5 Referências

[1] SEACORN Deliverable D2.5: "*Final Results of Wireless Techniques* 1 & 2", 2004

[2] WCDMA for UMTS, Harri Holma, Antti Toskala, editora: Jonh Wiley et Sons, ltd.

[3] SEACORN Deliverable D4.7: "*Final Public Report*", 2004

[4] http://www.umts-forum.org

[5] ETSI TR 101 112, UMTS 30.03: "*Selection Procedures for the Choice of Radio Transmission Technologies of the* UMTS", 1998.

[6] http://www.lx.it.pt/cost231/

[7] http://seacorn.ptinovacao.pt

[8] SEACORN Deliverable D1.4: "Final Report on Traffic Estimation and Services Characterisation", 2003

Manuel Dinis (PTIN)

É licenciado em Eng. Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro desde 1990. Encontra-se actualmente a concluir o grau de Doutor na mesma universidade na área das Comunicações Móveis de Banda Larga.

Em 1996 ingressou nos quadros da PT Comunicações S.A., encontrando-se actualmente na PT Inovação S.A onde pertence ao departamento de Experimentação e Selecção de Tecnologias e é responsável pelo grupo de Redes Móveis. Desde 1994 que tem estado envolvido em diversos projectos internacionais sendo actualmente gestor do projecto Europeu FP6 IST B-BONE. Este projecto tem como objectivo desenvolver soluções que melhorem o desempenho das redes 3G UMTS quando utilizadas para serviços de difusão ou *multicast* (MBMS).

É especialista nas áreas de propagação de sinais rádio, planeamento celular e redes móveis. Publicou mais de 60 artigos técnicos em revistas e conferências nacionais e internacionais

Adriano Santos (IT)

Licenciatura em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro.

Recebeu o MSc em Telecomunicações (Underlying Network Infrastructures) da Queen Mary University of London (QMUL). Como colaborador da PT Inovação, desenvolveu trabalho nas áreas das redes móveis (GSM, UMTS), simulação de sistemas e participou em diversos projectos Europeus, nomeadamente ASILUM, SHUFFLE, SEACORN e WINNER.

Actualmente envolvido no projecto Europeu WINNER sobre redes móveis de 4ª geração.

Manuel
Veríssimo

O ACESSO SEM FIOS ÀS REDES DE TELECOMUNICAÇÕES

WPAN, Bluetooth, WLAN, WiFi, WMAN, WiMAX.

Existe actualmente um conjunto alargado de tecnologias sem fios com utilização nas redes de telecomunicações que potenciam novos cenários de interligação, com novos modelos de negócio, e novas facilidades no acesso para a oferta de aplicações de voz e dados. No artigo, serão apresentadas as tecnologias:

WPAN Wireless Personal Netowrk

Bluetooth, Zigbee -Forum

WLAN *Wireless Local Area Network*

WiFi - Forum

WMAN *Wireless Metropolitan Area Network*

WiMAX - Forum

O artigo aborda só a mobilidade no acesso, excluindo, quer a problemática associada à mobilidade espacial, quer à mobilidade de serviços.

1 IEEE802.15.1-4 WPAN

Para as redes pessoais sem fios existem actualmente duas tecnologias que de algum modo são complementares e concorrentes entre si:IEEE802.15.1 *Bluetooth* e IEEE802.15.4 ZigBee

1.1 Bluetooth

Os dispositivos *Bluetooth* operam na banda não licenciada de 2.4 GHz ISM (*Industrial Scientific Medical*). Os efeitos da interferência e do *fading* são atenuados com técnicas de saltos em frequência, e a minimização da complexidade é obtida com modulação binária FM. O débito de símbolo é de 1 Ms/s. Na transmissão *full duplex* é usado um esquema de divisão no tempo, *Time-Division Duplex* (TDD).

O sistema *Bluetooth* fornece ligações ponto a ponto e ponto multiponto. Na ligação ponto a ponto, a ligação partilha o canal físico com os dois dispositivos *Bluetooth*. Na ligação ponto multiponto o canal físico é partilhado por vários dispositivos *Bluetooth*. Dois ou mais dispositivos partilhando o mesmo canal físico formam uma rede chamada *piconet* onde um dispositivo *Bluetooth* actua como mestre da rede *piconet*, e todos os outros como dispositivos escravo(s). Uma rede *piconet* pode conter até sete escravos activos. Adicionalmente, podem existir mais escravos ligados desde que se encontrem no estado de parqueados. Estes dispositivos escravos não se encontram activos no canal, mas mantêm-se sincronizados com o dispositivo mestre. Quer para os dispositivos activos ou parqueados o acesso ao canal é controlado pelo dispositivo mestre.

Piconets com dispositivos comuns são chamadas de *scatternet* (ver figura seguinte). Cada rede *piconet* tem um único mestre, mas um escravo pode participar em diferentes redes *piconets* numa base de acesso multiplexado no tempo. Adicionalmente um mestre numa rede *piconet* pode ser escravo em outra rede *piconet*. As redes *piconet* não são sincronizadas em frequência tendo cada uma a sua sequência de *hopping*[1] .

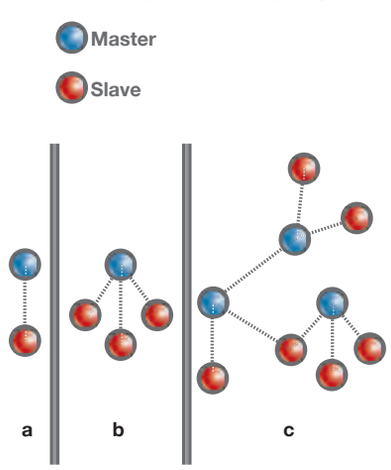


Figura 1 - Piconets com operação de um escravo (a), a múltiplos escravos (b) e situação mista (c).

Os dados são transmitidos no canal rádio em pacotes constituídos por código de acesso, cabeçalho e dados.

A camada inferior no sistema *Bluetooth* é o canal físico, tendo sido definidos um conjunto de vários tipos de canal. Cada canal físico é caracterizado pela combinação de sequências pseudo-aleatórias de saltos em portadoras, transmissão em intervalos de tempo específicos, códigos de acesso, e codificação do cabeçalho do pacote. Estes aspectos juntamente com a área de cobertura de transmissão definem uma assinatura do canal físico.

Dois dispositivos que queiram comunicar usam um canal partilhado para esta comunicação. Para isto os dois dispositivos deverão estar sintonizados na mesma portadora RF ao mesmo tempo, e deverão estar na zona de influência uma do outro.

Dado que o número de portadoras RF é limitado e que podem existir muitos dispositivos *Bluetooth* a operar numa mesma área quer espacialmente quer temporalmente, e independentes uns dos outros, a probabilidade de colisões no mesmo canal físico é muito elevada. Para evitar as colisões cada transmissão num canal físico começa com um código de acesso, que é usado como código de correlação, pelos dispositivos sintonizados nesse canal físico.

Este código de acesso é propriedade do canal físico, estando sempre presente no inicio de cada pacote transmitido.

São definidos quatro canais físicos *Bluetooth*, cada um dos quais optimizados e usados com diferentes objectivos. Dois destes canais físicos (o canal base de uma rede *piconet*, e o canal adoptado na rede), são usados para a comunicação dentro da *piconet* entre dispositivos ligados entre si. Os restantes dois canais são usados para fazer pesquisa de outros dispositivos *Bluetooth* e pesquisa de ligações em redes *piconets.*

Um dispositivo só pode usar um destes canais num determinado intervalo de tempo. De modo a suportar várias operações concorrentes os dispositivos usam multiplexagem por divisão no tempo entre os canais físicos. Deste modo um dispositivo *Bluetooth* pode aparentar que opera simultaneamente em varias redes *piconets*, assim como poder ser pesquisado ou contactado. Sempre que um dispositivo *Bluetooth* se encontra sincronizado temporalmente, sintonizado numa portadora RF e com um código de acesso de canal físico, diz-se que se encontra ligado nesse canal, quer exista ou não actividade de comunicação nesse canal. No mínimo um dispositivo deve ser capaz de manter uma ligação a um canal físico, sendo possível que existam dispositivos mais elaborados capazes de manter mais do que uma ligação, apesar de a norma não assumir esta possibilidade.

A sequência de *hopping* é determinada pelo UAP e LAP do endereço do dispositivo *Bluetooth*. A fase na sequência de *hopping* é determinada pelo relógio *Bluetooth*. Todos os canais físicos são divididos em intervalos de tempo cuja dimensão é dependente do canal físico. Num canal físico cada evento de transmissão ou recepção é associado a um ou mais intervalos de tempo, sendo também associada uma portadora RF de acordo com o mecanismo de *hopping* implementado. O número máximo de saltos de frequência numa ligação é 1600 saltos por segundo, e de 3200 nos estados de pesquisa ou de *paging*.

1.1.1 Definição mestre-escravo

O canal físico básico é definido pelo mestre de uma rede *piconet*, que controla o tráfego no canal através de um esquema de *polling*. Por definição o dispositivo que inicia uma ligação por *paging* é o mestre. Após uma rede *piconet* ter sido estabelecida, as regras mestre-escravo são trocadas pelos dispositivos.

1.1.2 Características de *Hopping*

O canal físico básico de uma *piconet* é caracterizado por saltos pseudo–aleatórios entre as 79 portadoras RF. A frequência destes saltos é determinada pelo relógio *Bluetooth* e a variável BD_ADDR do dispositivo mestre. Quando uma rede *piconet* é estabelecida o relógio mestre é comunicado aos escravos, que têm de adicionar um atraso ao seu próprio relógio, de modo a sincronizar com o relógio mestre. Uma vez que os relógios são independentes é necessário que periodicamente este atraso seja actualizado. Todos os dispositivos da rede *piconet* estão sincronizados no tempo e na portadora utilizada, para o canal.

1.1.3 Intervalos de Tempo (*Time Slots*)

O canal físico de uma rede *piconet* é dividido em intervalos de tempo, cada um com 625 µs de duração, e são numerados de acordo com os 27 bits mais significativos do relógio *Bluetooth* CLK28-1 do mestre da rede *piconet*. A gama de numeração de intervalos de tempo varia entre 0 e 2^{27}-1 sendo cíclico com o ciclo de comprimento 2^{27}. O número do intervalo de tempo é denominado k.

É usado um esquema TDD onde o mestre e o escravo transmitem alternadamente. O inicio do pacote é alinhado com o inicio do intervalo de tempo, podendo ser estendidos até cinco intervalos de tempo.

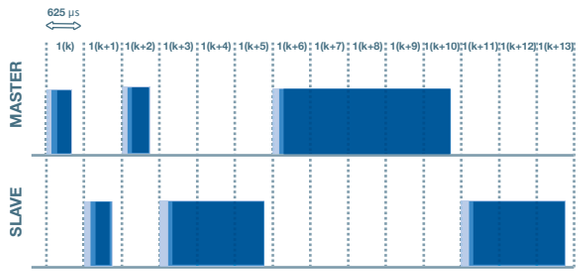


Figura 2 - Multi-Slot Packets

O termo *slot pairs* é usado para indicar dois intervalos de tempo adjacentes iniciados numa transmissão mestre-escravo.

1.1.4 Transportes Lógicos

Entre um mestre e um escravo são estabelecidos diferentes tipos de transportes lógicos:

Synchronous Connection-Oriented (SCO) logical transport
Extended Synchronous Connection-Oriented (eSCO) logical transport
Asynchronous Connection-Oriented (ACL) logical transport
Active Slave Broadcast (ASB) logical transport
Parked Slave Broadcast (PSB) logical transport

Os *synchronous logical transports* são transportes lógicos ponto-a-ponto entre um mestre e um escravo, numa rede *piconet*, sendo usados para o transporte de informação crítica em termos de tempo, como por exemplo o serviço de voz. O mestre mantém estes serviços garantindo a existência de intervalos de tempo a um ritmo regular. Adicionalmente o eSCO pode conter retransmissão numa janela de tempo a seguir aos intervalos reservados.

O ACL *logical transport* é também um transporte lógico ponto-a-ponto entre um mestre e um escravo. Nos intervalos de tempo não reservados ao transporte síncrono, o mestre pode estabelecer estes ACL *logical transport* numa base de intervalo de tempo, para qualquer escravo, incluindo aqueles com quem já tinha uma ligação de transporte lógica síncrona.

O ASB *logical transport* é usado pelo mestre para comunicar com escravos activos, enquanto que o PSB *logical transport* é usado pelo mestre para comunicar com os escravos parqueados.

1.2 ZigBee: Controlo Sem Fios

Existe uma grande variedade de normas que definem débitos médios e altos para voz, redes de computadores (LAN) vídeo, etc. Contudo o mesmo não é verdade para redes sem fios cujo alvo sejam os dispositivos sensoriais e de controlo. Sensores e dispositivos de controlo não necessitam de grande largura de banda, mas por outro lado precisam de ser de baixo consumo energético sendo ainda caracterizados por terem um estado activo muito curto quanto comparado com o estado de repouso ou passivo. Uma rede constituída por estes dispositivos também é caracterizada pelo elevado número de dispositivos que podem existir.

Existem sistemas que resolvem os problemas identificados, mas como são soluções proprietárias, não permitem interoperabilidade.

A aliança ZigBee não pretende forçar uma tecnologia específica, mas sim fornecer uma base de normalização para sensores e sistemas de controlo.

O nível físico é desenhado para acomodar necessidades de custos reduzidos e elevados níveis de integração. O uso de sequência directa em circuito analógico permite que este seja bastante simples e de implementações de baixo custo.

O nível de controlo de acesso ao meio, (MAC) suporta múltiplas topologias sem grandes complexidades. O controlo de potência não necessita múltiplos modos de operação. O MAC permite uma funcionalidade reduzida do dispositivo, (*reduced functionality device* - RFD) que não necessita de grandes quantidades de memória ROM ou RAM. O acesso ao meio foi desenhado de modo a suportar uma grande quantidade de dispositivos sem obrigar a que estes estejam parqueados.

O nível rede foi concebido de modo a não necessitar de potência significativa quando o número de dispositivos aumenta. ZigBee posiciona-se como a norma de rede global para dispositivos sensores e controlo. Foi também desenhado de modo a disponibilizar as seguintes funcionalidades:

Consumos de energia muito baixos. Implementações simples.
Os utilizadores da rede esperam que as baterias tenham uma vida de muitos meses. Consideremos o exemplo de uma residência com 6 detectores fumo/CO. Se as baterias para cada detector tiveram uma vida de seis meses, o dono da casa tem de mudar de baterias todos os meses.
Bluetooth tem muitos estados de operação; activo, passivo, em pesquisa, parqueado, cada uma com requisitos de energia diferentes. O ZigBee/IEEE802.15.4 está activo (transmite/recebe) ou dormente. O *software* da aplicação só tem de se focar na aplicação e não no melhor modo de operação em termos de gestão de energia.
O controlo de energia não é um problema menor. Por exemplo consideremos uma casa do futuro com 100 dispositivos sem fios sensores/controlo;
Caso 1
Potência Rx IEEE802.11 (WiFi) é de 667 mW (sempre ligado) @ 100 dispositivos/casa & 50,000 casas/cidade = 3.33 megawatts
Caso 2
Potência Rx IEEE802.15.4 é de 30 mW (sempre ligado) @ 100 dispositivos/casa & 50,000 casas/cidade = 150 kilowatts
Caso 3
Potência cíclica IEEE802.15.4 com duty cycle 1% (típico) = 150 watts
Os dispositivos ZigBee tem um desempenho do ponto de vista ecológico bastante superior, quando comparado com outras soluções.
Baixo custo (dispositivo, instalação, manutenção).
Baixo custo para os utilizadores significa baixo custo dos dispositivos, de instalação e de manutenção. Os dispositivos ZigBee com baterias simples (baixo custo) podem ter períodos de operação de anos, sem necessidade de recarga das baterias.
Elevada densidade de nós por rede.
O ZigBee's usa os níveis IEEE802.15.4 PHY e MAC com o que pode comportar qualquer número de dispositivos. Este atributo é critico em redes com elevado número de dispositivos e controladores.
Protocolo, implementação global.
A pilha de código do protocolo ZigBee's é estimado ter uma dimensão de cerca de 1/4 do código *Bluetooth* ou do IEEE802.11. Simplicidade é essencial em termos de custo, de interoperabilidade e manutenção. A camada física adoptada pelo ZigBee foi desenvolvida para a banda de 868 MHz na Europa, e para a banda de 915 MHz América, Austrália, etc; a banda 2.4 GHz é actualmente reconhecida como uma banda global aceite em quase todos os países.

Características
Dual PHY (2.4GHz and 868/915 MHz)
Débitos de 250 kbps (@2.4 GHz), 40 kbps (@ 915 MHz), e 20 kbps (@868 MHz)
Optimizado para aplicações com baixo *duty-cycle* (<0.1%)
Canal de acesso CSMA-CA

Baixo consumo de energia (baterias com anos de duração)
Múltiplas topologias: estrela, *peer-to-peer*, mistas...
Espaço de endereçamento até: 18,450,000,000,000,000,000 dispositivos (64 bit IEEE)
65,535 redes
Garantia de intervalo de tempo para aplicações de baixa utilização (*low latency*)
Protocolo robusto
Cobertura: 50m típicos (5-500m dependendo do ambiente)

ZigBee/IEEE802.15.4 – tipo de tráfego suportado:
Dados plesiocronos
Débitos definidos pela aplicação (sensores)
Dados intermitentes
Débitos dependentes de estimulos externos à aplicação
Atribuição de intervalos de tempo

Cada um deste tráfegos implica diferentes atributos à camada MAC. O MAC IEEE802.15.4 é suficientemente flexível de modo a suportar cada um deste tipos de tráfego.

Dados plesiócronos podem ser tratados usando o sistema *beaconing* em que o sensor é acordado pelo *beacon*, verifica se há mensagens, voltando de seguida a adormecer.

Dados intermitentes podem ser tratados quer por um sistema *beaconless* ou de um modo desligado. (*disconnected fashion*). A operação no modo desligado da rede o dispositivo só se liga quando precisa de comunicar com a rede, poupando grandes quantidades de energia.

Aplicações de pouca actividade (*low latency*) podem optar pela opção de garantia de intervalo de tempo. GTS(*Guaranteed Time Slot-GTS*) é um método de QoS, que permite que cada dispositivo tenha canal de comunicação para fazer o que desejar.

1.2.1 A Camada PHY e MAC do IEEE802.15.4

De modo a permitir aos fornecedores de dispositivos soluções de muito baixo custo, a norma IEEE define dois tipos de funcionalidades: dispositivos com a totalidade das funcionalidades, dispositivos com funcionalidades reduzidas.

Dispositivos com a Totalidade das Funções (FFD)
Podem existir em qualquer topologia
Podem ser coordenadores de rede
Podem ser coordenadores
Podem comunicar com qualquer dispositivo

Dispositivos com Funções Reduzidas (RFD)
Limitado à topologia em estrela
Não pode ser coordenador de rede
Comunica só com o coordenador de rede
Implementações muito simples

Uma rede IEEE802.15.4/ZigBee obriga a pelo menos um dispositivo com a totalidade das funções com coordenador de rede, podendo todos os outros serem de funcionalidades reduzidas, de modo a reduzir o custo total do sistema. Todos os dispositivos tem de ter 64 bit IEEE de endereçamento. Endereços curtos (16 bit) podem ser atribuídos de modo a reduzir o tamanho do pacote.

Modos de Endereçamento
Rede + identificador de dispositivo (estrela)
Identificador Origem/ Destino (peer-peer)

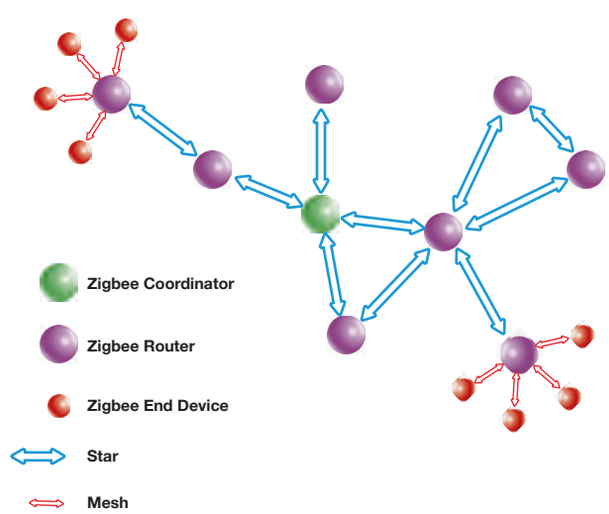


Figura. 3 - Redes ZigBee

2 IEEE802.11 WLAN - WiFi Forum

A rede WLAN com a norma IEEE 802.11x tem uma arquitectura baseada no conceito de célula, onde o sistema é dividido em várias celulas, (BSS – *Basic Service Set*), células estas que são controladas por uma estação base, também conhecida por ponto de acesso (AP – *Access Point*). Os vários AP são interligados por um sistema de distribuição (DS – *Distribution System*) tipicamente *Ethernet*. Todos estes componentes, do ponto de vista do modelo OSI, são vistos como uma rede

única IEEE 802, sendo chamada de conjunto prolongado de serviços (ESS – *Extended Service Set*).

A versão da norma IEEE 802.11b tem uma largura de banda por AP de 11Mb/s.

Esta tecnologia tendo uma difusão lenta no mercado das redes sem fios, adopta uma técnica de transmissão com modulação de espalhamento de espectro, operando numa banda de 5 MHz. A modulação por espalhamento no espectro permite débitos até 54 Mbit/s.

Uma característica interessante da norma é o mecanismo (RTS/CTS) que através de uma técnica de reserva de canal reduz o conflito entre pacotes quando um número elevado de terminais se encontra ligado na rede. Por esta razão o débito máximo de rajada é sempre próximo do máximo possível. A norma IEEE802.11, tanto a versão "a" como as outras incluem um protocolo de segurança chamado de "*wired equivalent privacy* WEP". De qualquer maneira a protecção oferecida por este protocolo é muito baixa sendo recomendado o uso de protocolos de segurança adicionais.

Como qualquer protocolo IEEE 802.x o IEEE 802.11 define uma camada MAC e uma camada física. Nesta camada podem existir até três tecnologias:

FH- Frequence Hopping Spread Spectrum na banda de 2,4GHz
DS - Direct sequence Spread Spectrum na banda ISM de 2,4GHz
IR - Infra-vermelhos

De notar que as bandas utilizadas são livres, não necessitam de licenciamento para a sua utilização. A tecnologia mais comercial que oferece débitos para serviços de alta qualidade é a tecnologia WLAN baseada na norma IEEE802.11b. O alcance depende muito das características do edifício (paredes, metal, estrutura, dimensão dos objectos). Por esta razão os pontos de acesso (particularmente a posição das antenas) devem ser colocados após uma escolha cuidadosa do local.

2.1 Qualidade de Serviço - QoS

Hoje em dia, a maior parte dos clientes WiFi são incapazes de suportar qualquer tipo de QoS. Existe no IEEE um grupo de trabalho (802.11e) empenhado em desenvolver um conjunto de recomendações que pretendem dar ao IEEE802.11 algum suporte ao nível da qualidade de serviço, mas são escassos no mercado produtos que sigam estas recomendações. É dificil o suporte de aplicações sensíveis à latência e à largura de banda, como sejam o VoIP e o *streaming* de áudio ou vídeo.

2.2 Segurança

As normas especificas de segurança WLAN endereçam duas áreas básicas: privacidade de dados (encriptação) e autenticação. A norma WPA (Wi-Fi *Protected Access*) abrange estas duas áreas.

Desde de início da norma WLAN a autenticação foi praticamente ignorada. A privacidade foi implementada com a solução WEP (*Wired Equivalent Policy*), que é uma implementação do algoritmo RC4, e apesar deste algoritmo ser bastante forte, a sua implementação na norma foi bastante rudimentar, sendo esta implementação facilmente corrompida.

A norma IEEE 802.1X foi introduzida para endereçar especificamente a função autenticação na WLAN. Adicionalmente a arquitectura distribuída da solução de autenticação permitiu o aumento significativo da escalabilidade. A incorporação de TKIP (*Temporal Key Integrity Protocol*), uma implementação muito mais forte do algoritmo de encriptação RC4, mais um sistema sofisticado de chaves tornaram as funções de autenticação e encriptação bastantes fortes.

IEEE 802.11i e WPA2 são normas recentes que o IEEE e a aliança Wi-Fi, como unificaram as duas funções numa única norma. As novas funcionalidades na norma 802.11i/WPA2 são AES (*Advanced Encryption Standard*), integridade de mensagem, suporte a rápido *roaming*, (pre-autenticação). Adicionalmente foram incorporados técnicas do IETF como numerosos métodos EAP e RADIUS.

2.3 802.11/WEP

As redes sem fios são pela sua natureza abertas, com áreas de cobertura radio pequenas. Consequentemente a segurança tem sido uma das grandes preocupações no desenvolvimento das normas para WLAN. O algoritmo RC4 especifico para controlar a privacidade de dados na WLAN, usa chaves estáticas e conhecidas pelas estações WLAN. Devido à sua não alteração periodicamente pelos utilizadores este método é relativamente pouco seguro, sendo de relativa facilidade a sua intrusão. Uma vez detectada a chave a rede fica completamente aberta.

2.4 802.1X/EAP

A utilização da norma 802.1X permite a autenticação ao nivel de porta de redes baseadas em 802.

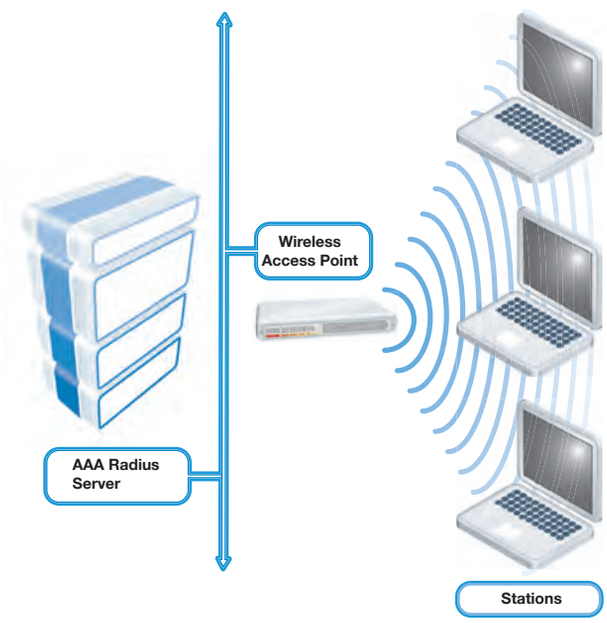
No ambiente 802.1X, porta de acesso refere-se a porta de utilizador.

A norma 802.1X fez um contributo muito significante introduzindo três componentes na configuração de uma rede WLAN: Configuração da WLAN, autenticação de pontos de acesso e autenticação de utilizadores. (tipi-

camente um servidor RADIUS). A escalabilidade é obtida usando uma arquitectura centralizada de parametros de utilizadores.

Na implementação da norma 802.1X, a escalabilidade com suporte para elevados números de utilizadores deve ser feita a custo reduzidos. Usando normas existentes como EAP, RADIUS, LDAP, and *Active Directory* podemos obter os beneficios desejados mantendo os custos baixos.

A norma EAP, é uma norma IETF RFC 2284, *Extensible Authentication Protocol*. EAP é bastante flexível, quer para redes cabladas quer redes sem fios. EAP foi incorporada nas normas 802.1X e WPA.



2.5 Wi-Fi Acesso Protegido

Em Outubro de 2002 a aliança Wi-Fi anunciou uma solução de segurança, que resolvia os pontos fracos do WEP chamada de Wi-Fi *Protected Access* (WPA). Esta norma é conhecida como *Safe Secure Network* (SSN), tendo sido desenvolvida para trabalhar com produtos baseados 802.11, existentes à data, oferecendo compatibilidade com a norma seguinte a 802.11i.

WPA pode ser implementada em pequenas redes, domésticas ou empresariais, que não disponham de servidores RADIUS. É muito poderosa em soluções empresariais .

As principais operações incluem:

Network Security Capability Determination
Isto é feito ao nivel 802.11 e é comunicado atraves de elementos de informação WPA, *Beacon*, *Probe Response*, *and (Re) Association Requests*. A informação neste elementos inclui o metodo de autenticação, (802.1X ou chaves pre-partilhadas) e o método preferido de cifragem (WEP, TKIP, ou AES).
Authentication
É usado EAP sobre 802.1X para autenticação
Key Management
WPA implementa um sistema de gestão/geração de chaves para suporte de funções de autenticação e encriptação de dados.
Data Privacy (Encryption)
É usado o protocolo TKIP (*Temporal Key Integrity Protocol*) como técnica de securização da dados.
Data Integrity
WPA usa TKIP para encriptação de dados, que inclui uma mensagem com código de integridade. (*message integrity code* - MIC).

2.6 802.11i e WPA2

A norma 802.11i encontra-se na fase final de aprovação. WPA2 (Wi-Fi *Protected Access v2*) será a norma que aumentará as funcionalidades de segurança, sendo o WPA um sub-conjunto da norma. A especificação 802.11i inclui AES, um método poderoso de encriptação.

Um dos requisitos que a norma endereça tem a haver com procedimentos de *roaming*, permitindo que um utilizador possa movimentar-se entre diversos pontos de acesso WLAN sem perder requisitos de segurança.

3 IEEE802.16 WMAN -WiMAX Forum

O grupo de trabalho IEEE802.16 é o responsável pelo desenvolvimento de normas para o acesso sem fios em banda larga, capaz de oferecer maior velocidade/capacidade, mecanismos para a oferta de QoS e segurança, baixo custo e escalabilidade associada a uma cobertura maior, capaz de estender os *backbones* baseados em fibra. Importa chamar a atenção para o facto desta tecnologia poder ser instalada em prazos de tempo muito reduzidos, quando comparada com a instalação de redes de cabos, fornecer débitos da ordem

dos 70 Mb/s e cobrir distâncias de 50 km, estando a ser implementados para o acesso em banda larga a zonas residenciais, edifícios comerciais, empresas bem como no fornecimento de acesso em áreas não cobertas por cabo (rurais) ou de difícil acesso.

Convém aqui recordar que não é esta a primeira vez que é feita uma tentativa de fornecer a utilizadores fixos serviços de banda larga cujo meio de transmissão é o ar. Os sistemas tradicionais designados por FWA (*Fixed Wireless Access*) em que os mais conhecidos são o LMDS (*Local Multipoint Distribution System*) e MMDS (*Microwave Multichannel Distribution System*) ou ainda (*Multichannel Multipoint Distribution Service*), foram os primeiros a serem desenvolvidos para o efeito. Por exemplo, o LMDS oferece aos utilizadores múltiplos canais de vídeo, telefone, videotelefonia e o serviço de dados na banda dos 25GHz ou superior. Por outro lado, o MMDS opera em LOS (*Line of Sight*) na faixa de frequências 2.5GHz-2.686GHz e também foi especificado pelo IEEE. Este sistema permite a recepção de televisão (em substituição do cabo) ou outros serviços de banda larga e pode atingir uma distância máxima de 100 km, portanto muito superior ao sistema LMDS (3 a 5 km).

Em Junho de 2004, a norma IEEE802.16-2004 (P802.16-REVd/D5) foi aprovada, garantindo melhor interoperabilidade (3 camadas físicas diferentes: OFDM - *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*, portadora única e OFDM-A) e permitindo aos fabricantes o desenvolvimento dos primeiros equipamentos normalizados.

Esta tecnologia, declaradamente de operador, poderá potenciar a banda larga no acesso com a oferta dos novos serviços, se for conseguida a economia de escala necessária para o desenvolvimento e a integração de interfaces nos equipamentos de utilizador (portáteis, PDAs, etc).

3.2 Modelo de Referência IEEE802 e IEEE802.16

Tradicionalmente, as tecnologias de nível 2 (ou seja, correspondentes no modelo OSI à camada 2, ou de ligação) são responsáveis pela transmissão e recepção de unidades de informação, tramas, incluindo a detecção e a correcção de erros. Além disso, nas tecnologias de acesso partilhado (*Ethernet*, *Wireless* LAN) uma das funções principais da camada 2 é a regulação do acesso ao meio de transmissão. Esta função tem a particularidade de estar intimamente relacionada com as características da tecnologia de rede sobre a qual é implementada. Faz por isso sentido definir duas sub-camadas na camada de ligação: uma sub-camada inferior (*Medium Access Control*, ou MAC), diferente para cada tipo de meio físico, que gere o acesso aos recursos da rede, ou seja, que determina quem pode transmitir em cada momento, e uma sub-camada superior (*Logical Link Control*, ou LLC) que é responsável pelas funções de transmissão e recepção de pacotes e controlo de erros, as quais não dependem das características do meio físico.

O LLC fornece à camada de rede um conjunto padrão de serviços e funcionando assim como tampão, uma vez que oculta da camada de rede as características específicas do nível físico.

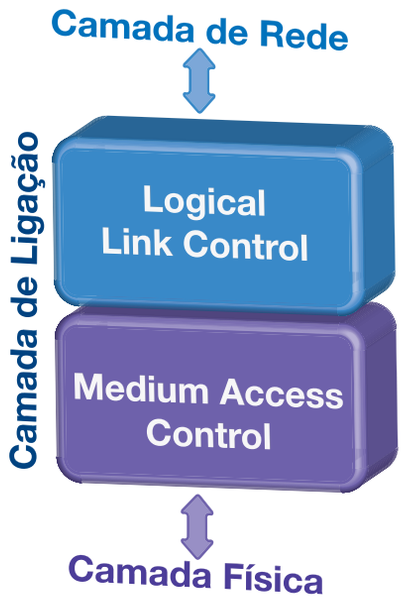


Figura.4 - Estrutura de Camada de Ligação em Tecnologias de Meio Partilhado

O LLC fornece três tipos de serviços padrão à camada de rede, sendo um orientado à ligação e dois não orientados à ligação:

Unacknowledged connectionless service;

Connection-mode service;

Acknowledged connectionless service.

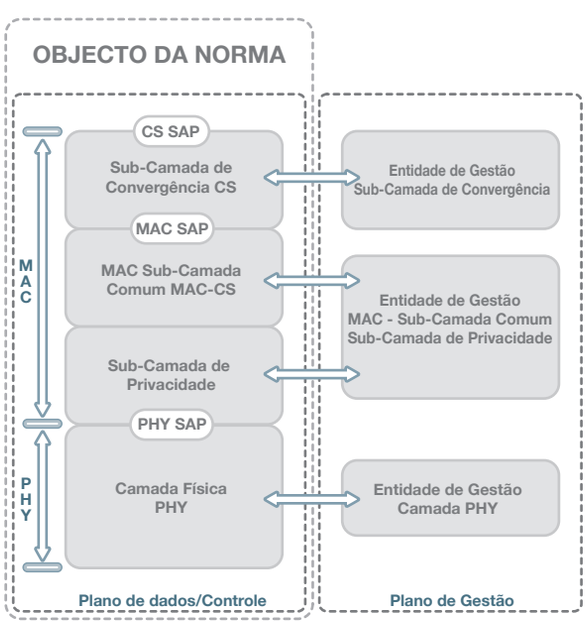


Figura 5 - Modelo de Referência IEEE802.1

As bandas de espectro rádio objecto da norma são:

10-66 GHz, Bandas licenciadas

Estas bandas fornecem o ambiente físico, onde, devido ao pequeno comprimento de onda, é necessária sempre linha de vista para a comunicação, sendo desprezável o efeito de caminhos múltiplos. Os canais usados nestas bandas tem uma largura típica de 20MHz, 25MHz e 28MHz, sendo normal débitos nestes dois últimos canais da ordem dos 120 Mbit/s.

2-11 GHz, Bandas livres e licenciadas

O grupo de trabalho IEEE802.16a teve como missão produzir um conjunto de normas na banda de frequências entre 2GHz e 11GHz.

O grupo de trabalho do IEEE802.16 tem uma relação muito estreita com o grupo de trabalho do ETSI no âmbito da normalização. Com base neste resultado o ETSI foi encarregado de definir o conjunto de testes a que serão submetidos os equipamentos de modo a garantir a interoperabilidade entre os diversos fabricantes de equipamento. A conformidade será atribuída pelo WiMAX Fórum onde estes trabalhos se encontram a ser desenvolvidos.

Uma característica importante da tecnologia IEEE802.16 é a possibilidade de fornecer um interface de serviço a vários tipos de tecnologias padrão como IPv4, IPv6, ATM ou Ethernet (com ou sem VLANs). Isto significa que uma sub-camada LLC normal, como definida anteriormente, não é neste caso suficiente, dada a heterogeneidade dos serviços que é necessário fornecer à camada superior. A solução encontrada foi a especificação de uma sub-camada de convergência (CS), adaptada caso a caso às características da tecnologia da camada superior.

3.2 Camada de Acesso ao Meio - MAC

Todas as redes de telecomunicações que usam meio partilhado necessitam de um mecanismo que torne o acesso ao meio eficiente. Cabe à camada MAC fornecer esse mecanismo. O MAC CPS fornece as funcionalidades básicas de acesso ao sistema, reserva de largura de banda, estabelecimento e manutenção de ligação. Recebe os dados das várias CS através do MAC SAP classificados para uma determinada ligação MAC. Esta camada contém ainda uma sub-camada de privacidade que disponibiliza autenticação, trocas de chaves de segurança e encriptação.

O canal descendente (da estação base-BS para a estação cliente-SS), opera numa base ponto-multiponto. No sentido ascendente, as SS partilham a mesma ligação. Dependendo da classe de serviço usada, a SS pode estar continuamente a pedir direito de transmissão, ou este direito pode ter sido garantido pela BS após um pedido prévio da SS. Adicionalmente às mensagens endereçadas individualmente, estas também podem ser enviadas no modo de difusão (por exemplo mensagens de controlo de distribuição de vídeo).

O MAC IEEE802.16 é orientado à ligação. Com o objectivo de mapear os serviços no SS e associar vários níveis de QoS, todas as comunicações são orientadas à ligação num contexto de sessão. O fluxo de serviço pode ser aprovisionado quando a SS é instalada no sistema. Após o seu registo as ligações são associadas a estes fluxos de serviço (uma ligação por serviço de fluxo) existindo uma referência à qual é associada a largura de banda requerida. Adicionalmente novas ligações podem ser estabelecidas a pedido do utilizador que requer a alteração.

O conceito de fluxo de serviço (*Service Flow*) numa ligação é central na operação do protocolo de MAC. O fluxo de serviços fornece um mecanismo de gestão de QoS no sentido descendente e ascendente. Em particular estes são parte integrante do processo de atribuição de largura de banda. Uma SS requisita uma determinada largura de banda no canal ascendente na base de uma ligação (implicitamente identifica o fluxo de serviço). A largura de banda é garantida pela BS, agregando todos os recursos necessários, ou na base de uma ligação.

A norma tem adicionalmente um modo de funcionamento opcional, alternativo ao ponto-multiponto (PMP), baseado numa topologia em malha, como ilustra na figura seguinte. A principal diferença entre o PMP e o modo malha é que no modo PMP apenas há tráfego entre a BS e o SS, enquanto que no modo malha o tráfego pode ser encaminhado através de outros SS. Dependendo do algoritmo do protocolo de transmissão usado, isto pode ser feito na base da igualdade usando um *scheduling* distribuído ou na base da superioridade da *Base Station*, o que resulta num *scheduling* centralizado, ou numa combinação dos dois.

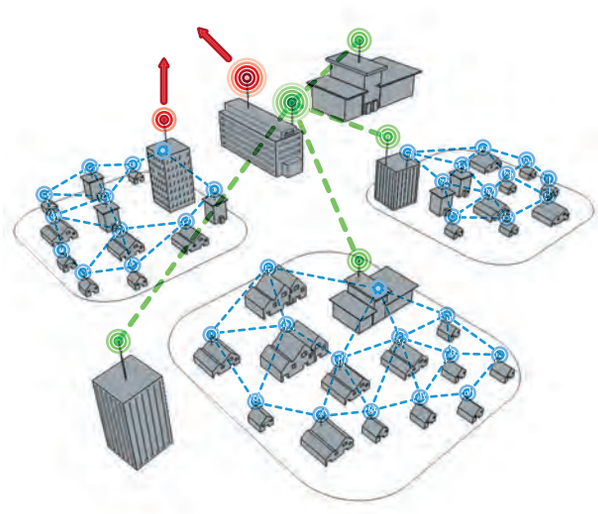


Figura. 6 - Topologia em Malha

No modo malha o equipamento de cliente deve ter a dupla funcionalidade de *Base Station* (com potência e funcionalidades muito reduzidas em comparação com uma *Base Station* convencional) e de *router*. Os pacotes seguem um percurso de nó para nó desde a origem até ao destino, tal como numa rede IP. Da mesma maneira que numa rede IP cabe aos protocolos de encaminhamento escolher dinamicamente a melhor forma de encaminhar tráfego entre quaisquer dois pontos. Cada nó deve ter neste caso capacidade para tomar decisões de encaminhamento dinamicamente, sem necessidade de configuração – condição essencial para uma solução deste tipo poder ser aplicável no segmento residencial. De facto, é no segmento residencial que este modo de funcionamento poderá ter mais interesse, sobretudo em zonas rurais ou com baixa densidade populacional, onde as soluções ponto-multiponto tendem a tornar-se economicamente inviáveis (pelo baixo número de clientes que é possível servir por cada *Base Station*) ou de difícil concretização (pela elevada distância entre a instalação dos clientes e a *Base Station*).

Numa rede em malha, um sistema que tenha uma ligação directa com os serviços (*backhaul*) fora da malha é designada de *Base Station* malha (*Mesh* BS). Todos os outros sistemas da rede são chamados de SS malha (Mesh SS). De um modo geral, os sistemas de uma rede em malha são chamados de nós. Dentro do contexto da rede em malha, o canal ascendente e canal descendente são definidos em função da direcção relativamente à *Base Station.*

3.3 Planos de Dados e de Controlo

Cada SS tem um endereço MAC universal com um tamanho de 48 bits, de acordo com a norma IEEE Std IEEE802-2001. Este endereço define unicamente esta SS de entre todas os possíveis conjuntos de fabricantes deste tipo de equipamentos. É também usado como parte do processo de autenticação pelo qual a SS e BS verificam a identidade de cada um.

As ligações são identificadas por um identificador de 16 bit de tamanho: CID . Na inicialização são estabelecidas três ligações de gestão em cada direcção (sentido descendente e ascendente) entre SS e BS: básica, primária e secundária. A ligação básica é usada pelo MAC da SS e pelo MAC da BS para troca urgente de mensagens MAC de gestão. A ligação primária é usada para trocar mensagens mais longas e mais tolerantes ao atraso. A ligação secundária é usada para transferir em pacotes IP mensagens de controlo do tipo DHCP, TFTP, SNMP

3.4 Controlo de Admissão

Um dos aspectos fundamentais da sub-camada MAC é o controlo dos recursos e da qualidade de serviço. Neste aspecto, há dois mecanismos particularmente importantes – controlo de admissão (no plano de controlo) e *scheduling* (no plano de dados). O primeiro controla o número de fluxos existentes na rede, de forma a garantir que a admissão de um novo fluxo não põe em causa a qualidade de serviço requerida pelos fluxos estabelecidos anteriormente. O segundo prioritiza o tráfego de forma a oferecer melhor qualidade de serviço a determinadas classes, em detrimento de outras.

O conceito de *Service Flow* é fundamental para definir o controlo da qualidade de serviço e gestão da banda. Um *Service Flow* pode ser visto como um serviço de transporte unidirecional (canal ascendente ou canal descendente) na camada MAC. A implementação de mecanismos de QoS na rede depende de um conjunto de procedimentos básicos:

"***Convergence sublayer***": indica o tipo de sub-camada de convergência; admite como valores possíveis:

ATM

Pacote, com múltiplas sub-variantes:

Pacote, IPv4

Pacote, IPv6

Pacote, IEEE802.3

Pacote, IEEE802.1Q VLAN

Pacote, IPv4 sobre IEEE802.3

Pacote, IPv6 sobre IEEE802.3

Pacote, IPv4 sobre IEEE802.1Q VLAN

Pacote, IPv6 sobre IEEE802.1Q VLAN

Service Flow Parameters: conjunto de parâmetros que caracterizam um fluxo em termos de QoS; inclui, entre outros, *Traffic Priority, Maximum Sustained Traffic Rate, Maximum Traffic Burst, Minimum Reserved Traffic Rate*.

3.5 Camada Física -PHY

A informação dos dados, do controle da camada PHY, e das estatísticas é transferida entre o MAC CPS e a camada PHY através de PHY SAP. A camada PHY pode incluir múltiplas especificações, cada uma apropriada para a uma gama de frequência particular.

A norma IEEE802.16 inclui a especificação do nível físico para os sistemas que operam na banda dos 10-66 GHz. Este interface usa um sistema de modulação "*single carrier*" conhecido por interface ar "WirelessMAN-SC". Para permitir uma grande flexibilidade na utilização do espectro, são suportadas as configurações FDD (*Frequency Division Duplex*) e TDD (*Time Division Duplex*). Em ambos os casos a transmissão é feita em rajadas em

que os esquemas de modulação e codificação podem ser ajustados individualmente, para cada SS (*Subscriber Station*), trama a trama. A opção FDD suporta SSs *full e half-duplex*.

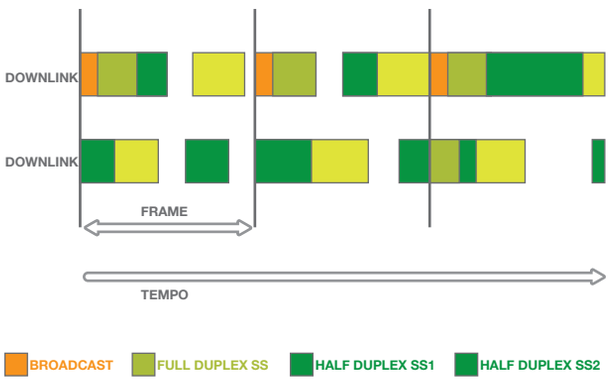


Figura 7 - Exemplo de Atribuição de Largura de Banda no FDD

O canal ascendente é uma combinação de TDMA (*Time Division Multiple Access*) e DAMA (D*emand Assigned Multiple Access*), e está dividido em intervalos de tempo (time slots). O número do intervalo de tempo é atribuído para vários usos (registo, contenção, guarda ou tráfego do utilizador) e é controlado pelo nível MAC na *Base Station* podendo variar ao longo do tempo de modo a conseguir um desempenho óptimo. O canal descendente é TDM (*Time Division Multiplexed*), em que a informação da cada SS é multiplexada num único fluxo de dados que é recebido por todas as SSs dentro do mesmo sector.

No caso do TDD o canal ascendente e o canal descendente partilham a mesma frequência, mas separadas no tempo. A trama TDD tem também uma duração constante e contém uma sub-trama do canal descendente e uma do canal ascendente. O TDD é adaptativo no sentido em que a capacidade do canal descendente versus a capacidade do canal ascendente pode variar em função das necessidades.

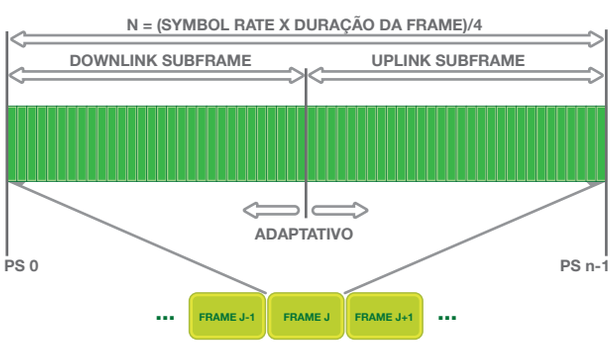


Figura 8 - Trama TDD

O número de *slots* físicos (PS – *Physical Slots*) de cada trama é função do débito de símbolos, o qual por sua vez depende do tipo de modulação (BPSK, QPSK, 16-, 64-QAM)

Para maximizar o uso do meio, o nível físico usa um esquema de modulação multi-nível (QPSK, 16-QAM e 64-QAM). A constelação da modulação é seleccionada analisando a qualidade do canal RF. Se as condições da ligação o permitem, um esquema de modulação mais complexo pode ser usado para maximizar o escoamento, garantindo ao mesmo tempo uma transferência dos dados segura. No canal descendente a BS deve suportar QPSK, 16-QAM e opcionalmente 64-QAM. No ascendente o SS deve suportar QPSK e opcionalmente 16-QAM e 64-QAM.

O formato OFDM foi o preferido quando comparado com outros formatos como o CDMA, uma vez que este apresenta um desempenho superior ao nível da eficiência espectral permitindo a maximização do espectro disponível, bem assim como o seu desempenho e o suporte de comunicação sem linha de vista (NLOS). No caso do CDMA (que prevalece nos sistemas de redes móveis 2G e 3G) a largura de banda é muito superior ao débito, tendo em vista manter um ganho de modo a evitar a interferência. Esta situação é impraticável em comunicação rádio em banda larga, para débitos até 70Mbps, que necessitam de larguras de banda de 200 MHz.

Um símbolo OFDM é composto de portadoras, o número de portadoras determina o tamanho da FFT (Transformada de *Fourier* Rápida) usada.

Existem vários tipos de portadoras:

Portadoras de dados: para a transmissão de dados

Portadoras piloto; permite estimar as características do canal

Portadoras Nulas; não existe transmissão, para bandas de guarda e portadoras DC.

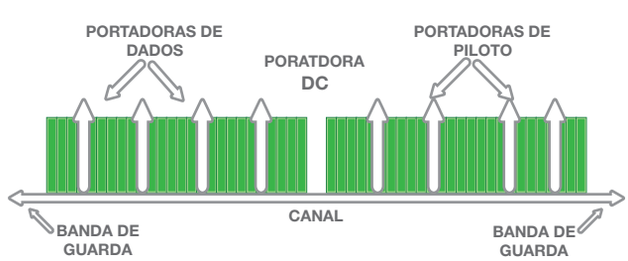


Figura 9 - Canal OFDM

A codificação do canal é feita em três fases: *randomizer*, FEC (*Forward Error Correction*) e *interleaving*. A modulação pode ser QPSK, 16-QAM ou 64-QAM. O processo de tornar os dados aleatórios é executado nos dados transmitidos no canal descendente e *uplink* e é executado em cada atribuição (canal descendente ou *uplink*), o que significa que para cada atribuição de blocos de dados (sub-canais no domínio da frequência e símbolos OFDM no domínio do tempo) o *randomizer* deve ser usado independentemente. O mecanismo FEC

consiste na concatenação de um código *Reed-Solomon* (RS) e de um código convolucional (CC, *rate-compatible*), devendo ser suportado pelo canal ascendente e canal descendente. O suporte de códigos do tipo BTC (*Block Turbo Code*) e CTC (*Convolutional Turbo Code*) é opcional. O *Reed-Solomon* com taxa de codificação 1/2 deve sempre ser usado como codificador no pedidos de acesso á rede e no burst FCH (*Frame Control Header*). A codificação é executada passando primeiro os dados no formato de bloco pelo codificador RS e depois por um codificador convolucional "*zero-terminating*".

Todos os bits de dados codificados devem passar pelo bloco de *interleaving* com um tamanho de bloco que está relacionado com o número de *bits* codificados da atribuição específica O bloco *interleaver* é definido por uma permutação em dois passos. A primeira garante que *bits* codificados adjacentes são mapeados em portadoras não adjacentes. A segunda permutação assegura que os *bits* codificados adjacentes sejam mapeados alternadamente nos *bits* mais e menos significativos da constelação, evitando assim a ocupação longa em *bits* menos fiáveis.

4 Conclusões

As novas tecnologias de canal rádio potenciam uma nova maneira de aceder a redes de telecomunicações, libertando os utilizadores da ligação fixa à rede usando um condutor eléctrico. Estas novas tecnologias fazendo uso de técnicas digitais permitiram a massificação de equipamentos, devido ao seu baixo custo. Este novo mundo potencia novos modelos de negócio, novos modos de vida, geração de novos negócios, contribuindo decisivamente para a implementação do conceito de sociedade da informação.

5 Referências

1. PT Inovação SA

2. IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineeres

Manuel Veríssimo

Mestre em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, no ano de 2000, licenciado pela Universidade de Aveiro em 1982 em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações, desempenha a sua actividade profissional na PT Inovação SA desde 1982, (que à data era Centro de Estudos de Telecomunicações). Esta actividade teve início nos trabalhos de desenvolvimento de *Hardware* e *Software* para os sistemas DETA, ETD e ELD.

Nos últimos quinze anos dedicou-se a áreas de investigação aplicada em telecomunicações, em diversos projectos comunitários dos programas RACE I e 2 do programa ACTS e programa IST da Comissão Europeia, e tambem projectos EURESCOM.

Fernando Morgado

LIMITAÇÕES DOS CABOS DE PARES DE COBRE NA DISSEMINAÇÃO DE SERVIÇOS DE BANDA LARGA

Rede de acesso, Banda Larga, Cabos de pares de cobre, diafonia, xDSL, Interferentes.

A necessidade de infra-estruturas de suporte a serviços de banda larga na rede de acesso tem levado ao estudo de novas tecnologias para os suportes já existentes em cabos de pares de cobre e simultaneamente à exploração de outras suportadas noutros meios como rádio, fibra óptica e cabo coaxial.

A concorrência de diversas tecnologias na área da rede de acesso pode levantar problemas de compatibilidade electromagnética nem sempre acautelados. Torna-se portanto vital estudar que limitações vem trazer o surgimento de novas tecnologias de comunicação, que implicam o uso de faixas espectrais com impacto nas tecnologias de suporte dos sistemas actualmente existentes. Para além de tecnologias como FWA, UMTS, DVB-T, WLAN, PLC e CATV, um problema mais urgente se depara, relacionado com os potenciais interferentes internos a um cabo de pares de cobre. Pelo facto de este meio de suporte físico, utilizado genericamente na rede de acesso, sofrer de limitações de carga devido a valores de diafonia entre pares não negligenciáveis, importa ter um conhecimento tão quantificado quanto possível do número máximo de sistemas suportados no sentido de não degradar o desempenho dos mesmos, o que comprometeria seriamente a qualidade de serviço prestado.

A pressão dos novos operadores de telecomunicações no sentido de utilizar os suportes físicos de rede de acesso da PT vem dar um cariz de urgência à realização de estudos neste sentido.

1 Introdução

No presente documento faz-se uma descrição dos testes realizados no âmbito do projecto "Espectro RF" tendo como objectivo a evolução do comportamento de ligações ADSL partilhando o cabo de suporte com outras tecnologias, nomeadamente HDSL, SDSL e Acessos Primários utilizando código HDB3. São também apresentados resultados relativos à utilização de um cabo apenas com tecnologia ADSL.

Para um estudo dos potenciais interferentes em sistemas já existentes em redes baseadas em cabos de pares de cobre ou em cabo coaxial há a necessidade de saber que tecnologias, em exploração ou em desenvolvimento, podem ter esse poder interferente sobre os sistemas já instalados. Este artigo foca os resultados obtidos nas realizações do projecto, realizadas durante os anos de 2003 e 2004, no que se refere a estudos de interferências em infra-estruturas baseadas em cabos de pares de cobre. São especificamente apresentados alguns resultados relativos a testes efectuados, no sentido de avaliar a capacidade da infra-estrutura de pares de cobre para transporte de informação, usando tecnologias de banda larga como o ADSL.

2 Enquadramento

As tecnologias xDSL são as naturalmente utilizadas pelos operadores tradicionais para oferta de serviços de banda larga, já que a infra-estrutura instalada é uma mais valia a ter em conta no negócio das telecomunicações.

O lançamento destas tecnologias começou por ser feito pela RDIS-AB, tendo evoluído com o aparecimento da RDIS-AP logo substituída pelo HDSL, aparecendo depois, cronologicamente, as tecnologias SDSL, ADSL e SHDSL. Apontada como uma tecnologia de topo nesta escalada de capacidade de transmissão e funcionalidades está eminente o aparecimento da tecnologia VDSL que tem ainda alguma evolução a fazer no campo da normalização. Entretanto algumas tecnologias intermédias aparecerão como uma evolução do ADSL como sejam o RE-ADSL, o ADSL2 e o ADSL2+.

O VDSL será no futuro a tecnologia de nível físico com capacidade para concorrer directamente com a tecnologia de acesso via cabo coaxial, hoje em franca expansão. Só a tecnologia VDSL será capaz de oferecer capacidades idênticas, ao nível do débito binário possível na rede de cliente, quando comparada com a tecnologia associada às redes CATV. No entanto para que a sua penetração seja efectiva é necessário estabilizar a normalização inerente e investir na rede, no sentido de a dotar com capacidade de transmissão no acesso, capaz de servir as últimas centenas de metros até ao cliente. Isto implicará seguramente a expansão da rede de acesso em fibra óptica até pontos bem mais próximos do cliente, podendo estes pontos ser constituídos por armários de rua ou espaços na base de edifícios, que permitam alojar os equipamentos de multiplexagem (agregação) e transdução optoeléctrica e vice-versa.

Há no entanto problemas que se colocam aos operadores no que respeita à compatibilização de várias tecnologias (xDSL ou não) a operar nos cabos da rede de acesso e de cliente. É sabido que os cabos de pares simétricos apesar de possibilitarem a implementação de uma rede em estrela a partir das estações de telecomunicações, foram concebidos para redes que operavam apenas acessos de voz, bastante limitados no espectro de frequência, e por isso sem problemas graves de interferência mútua. Os problemas de diafonia que provocam o aparecimento de ruído nos pares adjacentes, limitando a operação e/ou o alcance das várias tecnologias a operar no mesmo, ganham especial relevo quando é alargado o espectro de frequências, impossibilitando o uso de toda a capacidade física do cabo para as denominadas tecnologias de banda larga associadas, neste caso, ao xDSL.

O presente artigo pretende transmitir informação tão precisa quanto possível relativa à capacidade de transmissão dos cabos de pares simétricos no que toca às tecnologias xDSL. O facto de não existirem no mercado equipamentos de tecnologia VDSL levou-nos a focalizar esta experiência na tecnologia ADSL, actualmente em franca expansão na rede da PT. Os pares de cobre alvo de interferências suportam linhas ADSL sobre linha telefónica analógica (ADSLoPOTS) ou ASDL sobre linha RDIS (ADSLoRDIS).

3 A diafonia em Cabos de Pares de Cobre

Uma das limitações mais importantes no que se refere ao uso de cabos de pares de cobre prende-se com as interferências entre pares de um mesmo cabo, processo genericamente designado como diafonia.

Ressaltam aqui dois tipos distintos de diafonia:

Paradiafonia
(também designada como NEXT – *Near-end-Crosstalk*) referente à perda de sinal entre dois pares de um cabo, sendo esta perda medida no mesmo topo do cabo em causa;
Telediafonia
(também designada como FEXT – *Far-end Crosstalk*) referente à perda de sinal entre dois pares de um cabo, mas sendo a perda medida entre os dois extremos do cabo (injecção de sinal num dos pares e medida de sinal induzido no outro par, no topo oposto do cabo).

De um modo geral a diafonia entre dois pares é função da frequência sendo a perda de sinal entre os referidos pares maior a frequências mais baixas, isto é, quanto maior a frequência de operação no par interferente maiores os efeitos nefastos no par interferido fazendo subir o

nível de ruído no mesmo.

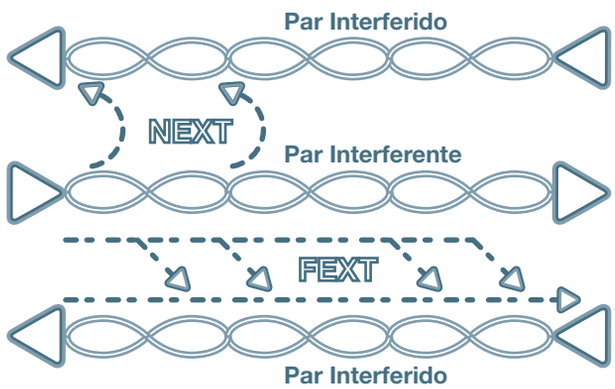


Figura 1- Diafonia entre Pares

A paradiafonia é bem mais gravosa que a telediafonia pelo facto de o sistema interferido o ser por um sinal com uma potência considerável. Já a telediafonia sofre o efeito de atenuação do próprio par sendo por isso menos nefasta. Refira-se também que a paradiafonia é por regra independente do comprimento do cabo tendo este um comprimento superior ao necessário para provocar uma atenuação superior a 10 dB. Já a telediafonia é sempre dependente do comprimento do mesmo.

O NEXT é o factor mais importante na diafonia. Os sistemas de rede de acesso baseados em tecnologias xDSL usam os pares de cobre simultaneamente para transmitir e receber pelo que têm que usar técnicas de separação dos dois sentidos de transmissão, diferentes da convencional separação espacial. De um modo geral as técnicas utilizadas são baseadas em cancelamento de eco (EC) ou separação por bandas de frequência distintas, num e noutro sentido de transmissão (FDD). Nos sistemas ADSL implementados na rede da PT é genericamente usado o FDD. Esta técnica permite mitigar os efeitos de ruído provocado pelo NEXT, por filtragem interna nos respectivos *modems*.

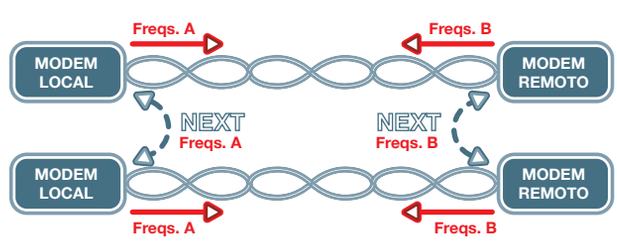


Figura 2 - NEXT e FDD

Se a gama de frequências A não se sobrepuser à gama de frequências B os efeitos de NEXT podem ser eliminados por filtragem interna nos respectivos *Modems*.

Deve também referir-se que a diafonia entre pares adjacentes é mais gravosa do que entre pares mais afastados, não só porque a maior distância entre eles reduz o acoplamento capacitivo e indutivo mas também pelo facto de, dentro de um cabo, pares mais afastados implicarem a existência de outros pares entre os dois considerados, proporcionando alguma blindagem adicional entre os dois pares em causa.

Num cabo de cobre os pares são organizados em sub-unidades de 10 pares sendo estas por sua vez organizadas em unidades que agrupam 5 sub-unidades (50 pares) ou 10 sub-unidades (100 pares). Os efeitos da diafonia são assim bastante mais graves quando estão em causa pares de uma mesma sub-unidade, reduzindo-se progressivamente quando os pares pertencem a sub-unidades distintas dentro de uma mesma unidade ou a unidades diferentes. Nesta última situação os valores de diafonia são já bastante reduzidos.

4 Plano e Metodologia de Testes

Os testes foram realizados nas instalações da PT Inovação, tendo para o efeito sido utilizado cabo do tipo T1EG1HE de 50 pares e calibre de 0,4 mm. Foi constituída uma ligação com 3500 metros de comprimento feita com uma bobina de 1000 metros e 5 bobinas de 500 metros cada.

O facto de se ter usado um cabo com “apenas” 50 pares justifica-se pelo facto de a interferência entre pares de grupos diferentes dentro de um mesmo cabo serem bastante reduzidas quando comparadas com as verificadas entre pares de um mesmo grupo ou sub-grupo. Por outro lado tornar-se-ia impraticável o uso de um cabo com um número superior de pares pelo número de sistemas interferentes que isso implicaria.

Foram utilizadas várias tecnologias de transporte em pares de cobre como interferentes em ligações ADSLoPOTS e ADSLoRDIS tendo sido avaliada a prestação das ligações quando interferidas com tecnologias SDSL (4 débitos distintos), HDSL e HDB3. Para além disso foi observado o comportamento de ligações ADSLoPOTS quando interferidas por ligações ADSLoRDIS e vice-versa.

O método de teste utilizado teve como base a utilização de 5 pares do cabo para ligações ADSLoPOTS ou ADSLoRDIS. Em cada um dos testes com os diversos interferentes, estes foram sendo adicionados um a um ou, em alguns casos adicionados em grupos, no sentido de verificar os débitos de sincronização das ligações ADSL com um número crescente de interferentes. Pretendeu-se com esta metodologia averiguar a partir de que número de interferentes de uma determinada tecnologia se torna crítico o fornecimento de uma determinada

classe de serviço ADSL. Com a determinação destes valores poderemos prever a classe de serviço a oferecer em troços conhecidos da rede de acesso.

5 Resultados

Nas figuras seguintes são apresentados, em modo gráfico, os resultados dos ensaios efectuados de acordo com os vários tipos de interferentes em ligações ADSLoPOTS e ADSLoRDIS, nos sentidos descendente e ascendente. As ligações ADSL utilizadas são sempre em número de 5, no sentido de se poder fazer algum processamento estatístico sobre os resultados obtidos. Nos gráficos são representados os valores médios das medidas obtidas.

Devido ao facto de a tecnologia ADSL utilizada ser do tipo FDD, não são visíveis interferências da tecnologia nela própria, ou seja, o cabo pode ser carregado na sua totalidade com tecnologia ADSLoPOTS ou ADSLoRDIS sem que se verifiquem alterações significativas nos débitos de sincronização. Na **Figura 3** podemos observar a evolução dos débitos ADSLoPOTS e na **Figura 4** podemos observar a evolução dos débitos ADSLoRDIS quando interferidos por ligações do mesmo tipo.

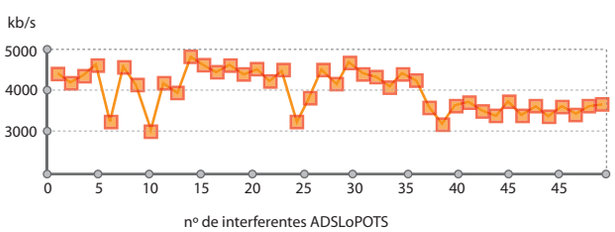


Figura 3 - Auto-Interferência ADSLoPOTS

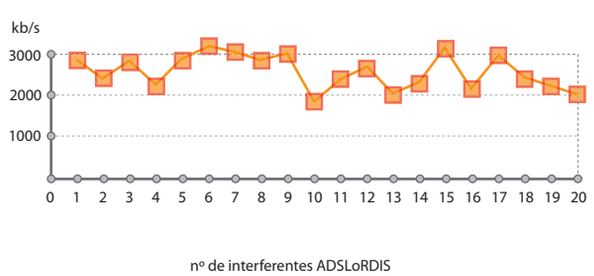


Figura 4 - Auto-Interferência ADSLoRDIS

Já a interferência de ligações ADSLoPOTS em ADSLoRDIS manifesta-se sobretudo nos valores de sincronização ascendente das segundas devido à sobreposição parcial dos espectros ascendente ADSLoRDIS e descendente ADSLoPOTS. Os resultados podem ser visualizados na **Figura 5**.

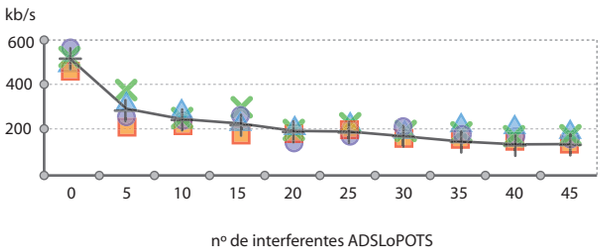


Figura 5 - Interf. ADSLoPOTS em ADSLoRDIS

No que respeita à interferência de ligações ADSLoRDIS em ADSLoPOTS, esta manifesta-se nos débitos de sincronização descendente das ligações ADSLoPOTS pelas razões apontadas no parágrafo anterior. Aqui os débitos no sentido ascendente não são afectados de modo notório. Na **Figura 6** pode observar-se a evolução dos débitos no sentido descendente com o aumento do número de interferentes.

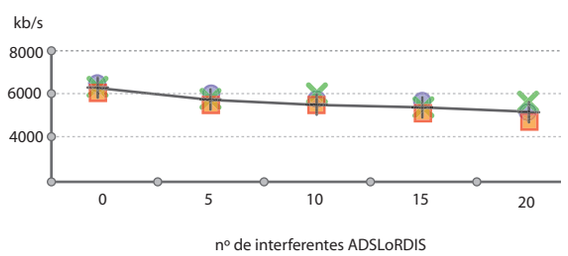


Figura 6 - Interf. ADSLoRDIS em ADSLoPOTS

Neste caso os efeitos não são tão nefastos em virtude de a banda espectral afectada ser uma pequena percentagem de toda a banda utilizada pelas ligações ADSLoPOTS no sentido descendente.

Na **Figura 7** e na **Figura 8** pode observar-se a evolução dos débitos descendente e ascendente de ligações ADSLoPOTS quando interferidos por sistemas HDSL.

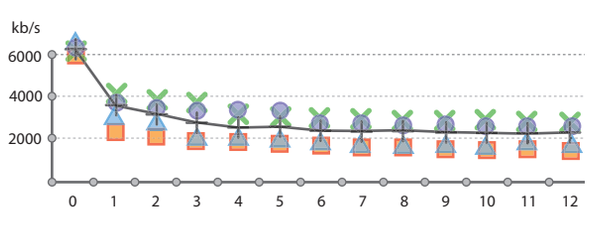


Figura 7 - Sincronização Descendente ADSLoPOTS

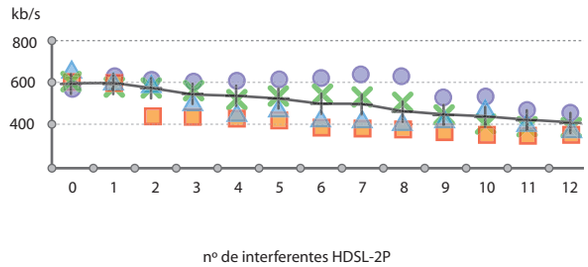


Figura 8 - Sincronização Ascendente em ADSLoPOTS

Nesta situação o mais afectado é o sentido descendente da ligação ADSL já que o sentido ascendente da mesma utiliza uma gama de frequências demasiado baixa para ser grandemente interferido pelo espectro do HDSL.

Já no que se refere à interferência de HDSL em sistemas ADSLoRDIS pode verificar-se (ver **Figuras 9 e 10**) que o sentido ascendente deste último é bastante afectado em virtude do uso de uma banda de frequências mais elevada (126 kHz a 254 kHz) deste tipo de sistemas no sentido ascendente.

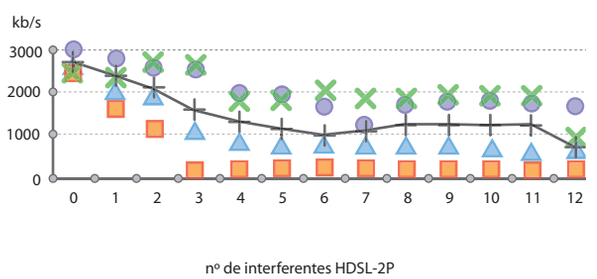


Figura 9 - Sincronização Descendente ADSLoRDIS

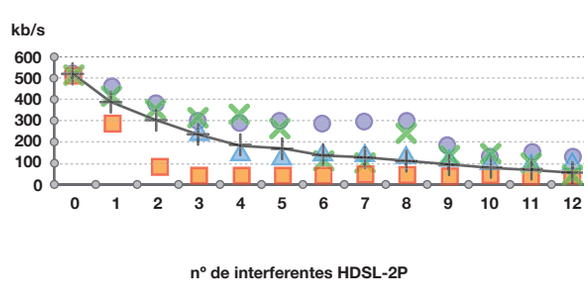


Figura 10- Sincronização Descendente ADSLoRDIS

Há neste caso uma forte sobreposição com o espectro usado pelos sistemas HDSL. Pode verificar-se que numa das ligações ADSLoRDIS se obtêm débitos nulos para um número de interferentes HDSL superior a dois.

No que se refere à interferência de ligações SDSL são apresentados os valores para débitos de 256 kb/s e 512 kb/s. Esta tecnologia é hoje utilizada fundamentalmente na disponibilização de circuitos dedicados sendo estes débitos, em conjunto com o de 128 kb/s, aqueles que são mais utilizados. A não apresentação dos resultados a 128 kb/s deve-se ao facto de o espectro de frequências emitido por este tipo de sistemas neste débito ser praticamente idêntico ao emitido em ligações a 256 kb/s.

Nas **Figuras 11, 12, 13 e 14** pode observar-se a evolução dos débitos descendentes e ascendentes obtidos em ligações ADSLoPOTS e ADSLoRDIS com o número de interferentes SDSL a 256 kb/s.

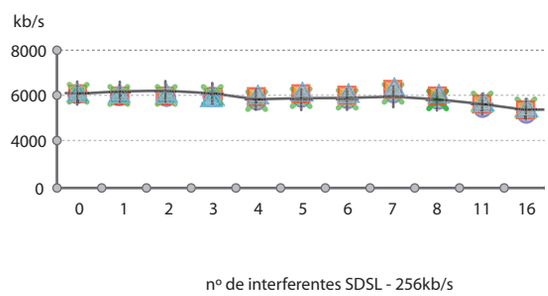


Figura 11 - Sincronização Descendente ADSLoPOTS

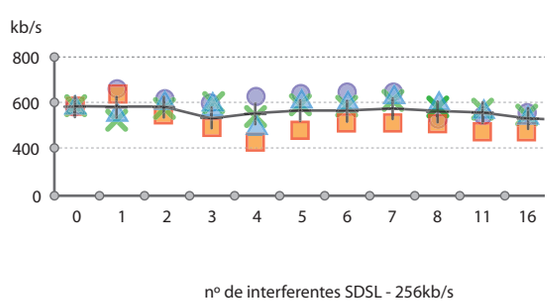


Figura 12 - Sincronização Descendente ADSLoPOTS

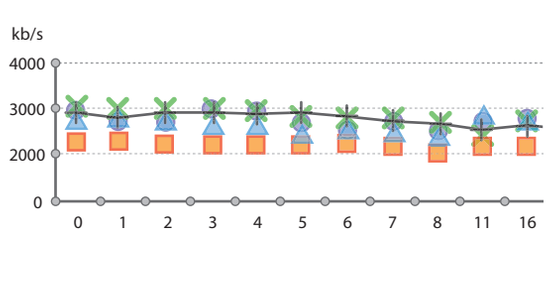


Figura 13 - Sincronização Ascendente ADSLoRDIS

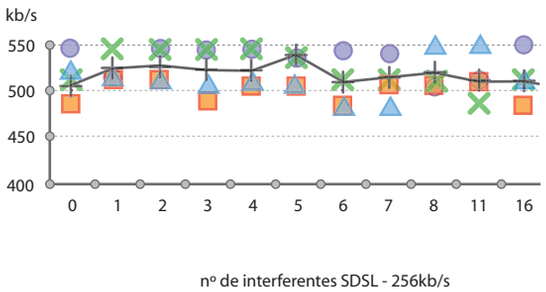


Figura 14 - Sincronização Ascendente ADSLoRDIS

Da observação das figuras pode concluir-se não ser este tipo de tecnologia especialmente gravoso no desempenho das ligações ADSL.

Já nos débitos de 512 kb/s, nota-se alguma interferência nas ligações ADSL, mas apenas para um número elevado de interferentes.

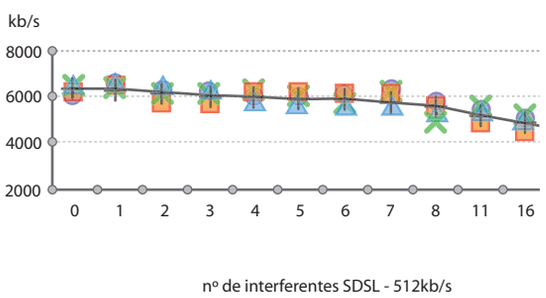


Figura 15 - Sincronização Descendente ADSLoPOTS

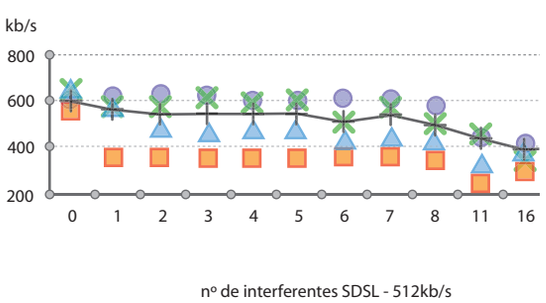


Figura 16 - Sincronização Ascendente ADSLoPOTS

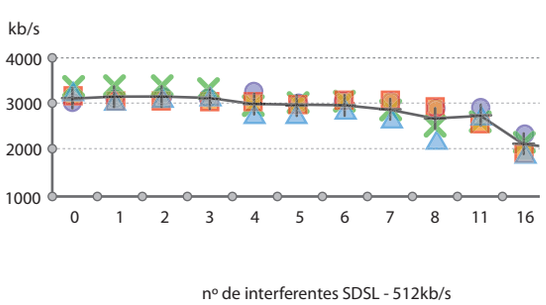


Figura 17 -- Sincronização Ascendente ADSLoRDIS

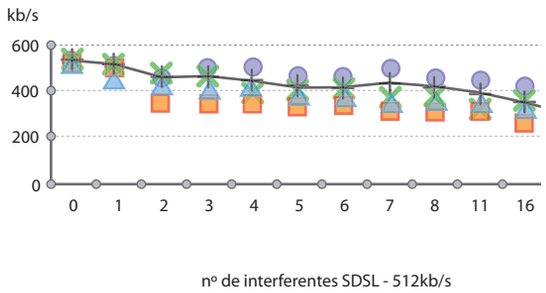


Figura 18 - Sincronização Descendente ADSLoRDIS

No que se refere a sistemas que usam código HDB3 a 2 Mb/s é notória a sua capacidade de interferência em ligações ADSL como pode ser observado nas **Figuras 19 a 22**.

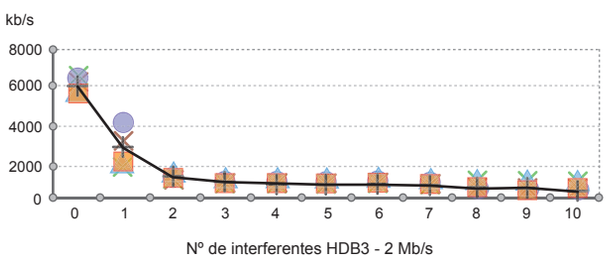


Figura 19 - Sincronização Descendente ADSLoPOTS

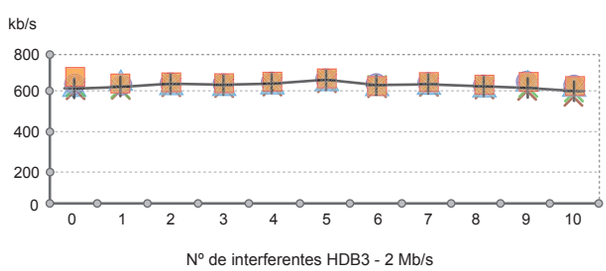


Figura 20 - Sincronização Ascendente ADSLoPOTS

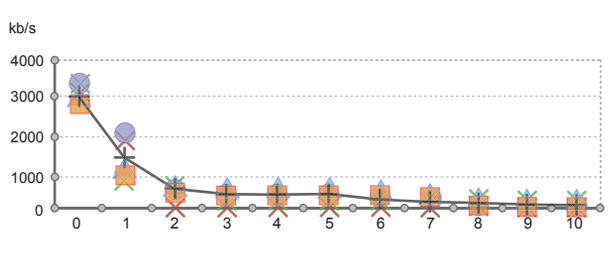


Figura 21 - Sincronização Descendente ADSLoRDIS

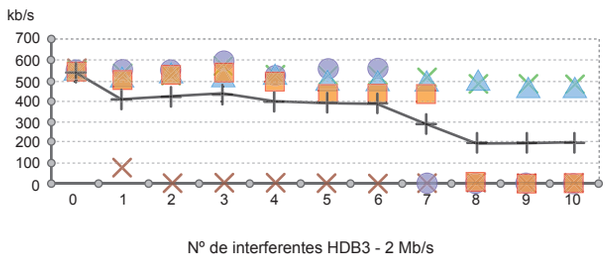


Figura 22 - Sincronização Ascendente ADSLoRDIS

É aqui notória a interferência deste tipo de tecnologia, afectando de sobremaneira os débitos descendentes das ligações ADSL. Repare-se que a ligação ascendente ADSLoRDIS só aparentemente é afectada já que a descida dos débitos observada se deve fundamentalmente ao facto de as correspondentes ligações no sentido descendente não sincronizarem levando também a um valor nulo de débito no sentido ascendente.

Este comportamento deve-se ao facto de os equipamentos que utilizam código HDB3 a 2 Mb/s terem o seu espectro de emissão centrado a 1 MHz exibindo valores de densidade espectral de potência relativamente baixos nas bandas de frequência utilizadas no sentido ascendente das ligações ADSL.

6 Conclusões

A tecnologia ADSL tem até hoje sido utilizada fundamentalmente para o serviço de acesso à Internet a débitos significativamente superiores aos permitidos pelos modems de banda vocal. As classes de serviço oferecidas até agora têm tido uma componente forte na oferta do serviço a 512 kb/s no sentido descendente e 128kb/s no sentido ascendente podendo no entanto chegar à combinação 1 Mb/s no sentido descendente e 256 kb/s no sentido ascendente.

Numa primeira observação dos resultados obtidos salienta-se o facto de as ligações ADSLoRDIS serem bastante mais vulneráveis a interferentes do que as estabelecidas em linha telefónica analógica. Pode também concluir-se serem as tecnologias baseadas em código HDB3 a 2 Mb/s aquelas que mais limitam o uso da infra-estrutura de pares de cobre no suporte às novas tecnologias de banda larga como seja o ADSL. Pela observação das figuras 19 a 22 e tendo como base as classes de serviço ADSL hoje oferecidas, pode concluir-se não poder o número de interferentes HDB3 ser superior a 4 para instalação de ADSLoPOTS e superior a 1 para instalação de ADSLoRDIS, correspondendo estes valores a 16% e 4% da ocupação do cabo respectivamente.

A utilização de sistemas HDSL é também algo limitativa embora não tanto quanto a de sistemas HDB3 a 2 Mb/s. Da observação das **Figuras 7 a 10** pode verificar-se não haver limitação na implementação de ADSLoPOTS para um número de interferentes HDSL que pode ir até 48% da ocupação do cabo. No entanto, para ADSLoRDIS o número de interferentes HDSL já não poderá ser superior a 1 (4% de ocupação do cabo) por limitação no débito ascendente das ligações ADSL.

As ligações SDSL a 512 kb/s (**Figuras 15 a 18**) provocam valores limitados de interferência em ligações ADSL sendo notória a sua importância apenas para um número de interferentes superior a 8 ou seja 16% de ocupação do cabo. Para ligações ADSLoPOTS poderemos ter uma ocupação do cabo até 48% sendo que para ligações ADSLoRDIS o número de interferentes SDSL não deverá ir além 32% do número de pares do cabo.

As ligações SDSL a 128 kb/s e 256 kb/s não são entrave à implementação de ligações ADSL no mesmo cabo como mostram as **Figuras 11 a 14**.

O trabalho realizado até aqui limitou-se ao uso de um comprimento fixo de cabo e apenas com um calibre de fio. O comprimento utilizado é aquele para o qual se começam a sentir quebras significativas de débito nas ligações ADSL sendo por isso mais visíveis as evoluções do débito com o número e tipo de interferentes.

A evolução que o trabalho está a ter prende-se com o uso de outros comprimentos de cabo e com uma instalação de interferentes mais diversificada que aquela que foi utilizada até aqui, tentando com isso simular cenários de rede de uma forma mais abrangente.

Não estão ainda aqui contempladas tecnologias DSL mais recentes como o SHDSL, ADSL2, ADSL2+ e READSL, que começam agora a ser disponibilizadas pelos fabricantes, bem como do VDSL que tem ainda algum caminho a trilhar até ver a luz do dia. Algum trabalho do tipo descrito neste artigo deveria ser feito envolvendo estas novas tecnologias no sentido de se poder planear de uma forma mais eficiente.

O serviço de "*Video on Demand*" (VoD) está também a dar os primeiros passos, sendo nesta fase suportado em tecnologia ADSL, mas exigindo um alargamento dos débitos para valores da ordem dos 4 Mb/s. Da observação dos resultados obtidos neste trabalho podemos concluir que este serviço só vai poder estar disponível para lacetes bastante mais curtos do que os apresentados aqui. Isto levará concerteza a um forte investimento de transmissão na rede de acesso que envolverá seguramente um aumento da infra-estrutura óptica e uma disseminação das micro-coberturas xDSL.

8 Referências

[1] Projecto "Espectro RF" realização 2 - Contrato Inovação 2004

[2] Whitham D. Reeve – "*Subscriber Loop Signaling And Transmission Handbook" – IEEE Telecommunications Handbook Series*"

Fernando Morgado

Licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 1984.

Iniciou a sua actividade profissional no CET em 1987 tendo trabalhado no desenvolvimento de equipamentos de transmissão. Participou em vários projectos IST e Eurescom no domínio das redes de acesso.

Actualmente encontra-se a exercer funções no Laboratório de Testes de Certificação e Conformidade (CETLab) da PT Inovação.

3G - 3rd *Generation*
3GPP - 3rd *Generation Partnership Project*

A
A4C - *Authentication, Authorization, Accounting and Charging*
AAA - *Authentication, Authorization and Accounting*
ACL - *Asynchronous Connection-Oriented*
ADL - *Advanced Distributed Learning*
ADSL - *Asymmetrical Digital Subscriber Line*
AES - *Advanced Encryption Standard*
AICC - *Aviation Industry CBT Comitee*
ALCAP - *Access Link Control Application Protocol*
AMC - *Adaptive Modulation and Coding*
AMORA - Aplicações Multimédia para *Outdoor* na Rede de Acesso
AMPS - *Advanced Mobile Phone System*
AN - *Access Network*
ANAS - *Access Network Attachment Subsystem*
ANSI - *American National Standards Institute*
AP - *Access Point*
API - *Application Program(ming) Interface*
ARG - *Alternative Reality Game*
ARPU - *Average Revenue per User*
ASB - *Application Slave Broadcast*
ASP - *Application Service Provider*
ATM - *Asynchronous Transfer Mode*
AuC - *Authentication Centre*

B
B3G - *Beyond 3G*
BBRAS - *Broadband Remote Access Server*
BCCH - *Broadcast Control Channel*
BCP - *Basic Call Process*
BD - Base de Dados
BER - *Bit Error Rate*
BHCA - *Busy Hour Call Attemps*
BICC - *Bearer Independent Call Control*
BLER - *Block Error Rate*
BMC - *Broadcast / Multicast Control*
BPSK - *Binary Phase Shift Keying*
BREW - *Binary Runtime Environment for Wireless*
BS - *Base Station*
BSC - *Base Station Controller*
BSS - *Base Station Subsystem*
BSS - *Basic Service Set*
BTC - *Block Turbo Code*
BTS - *Base Transceiver Station*
BWA - *Broadband Wireless Access*

C
CA - *Conditional Access*
CAMEL - *Customized Applications for Mobile Network Enhanced Logic*
CAP3 - *Capability3*
CAPEX - *Capital Expenditure*

CART - *Classification Art Regression Trees*

CASE - *Computer-Aided Software Engineering*

CATV - *Cable Television*

CBR - *Case Based Reasoning*

CBR - *Constant Bit Rate*

CC - *Call Control*

CC - *Convolution Code*

CC - Comutação de Circuitos

CCC - Central de Comutação e Controle

CCCH - *Common Control Channel*

CDMA - *Code Division Multiple Access*

CDR - *Call Detail Record*

CG - *Charging Gateway*

CGF - *Charging Gateway Function*

CHAID - *Chi-squared Automatic Interaction Detector*

CID - *Call Instance Data*

CID - *Connection ID*

CIF - *Common Intermediate Format*

CIM - *Common Information Base*

CLI - *Command Line Interface*

CMS - *Central Monitoring System*

CN - *Core Network*

CP - *Comutação de Pacotes*

CP - *Control Plane*

CPL - *Call Processing Language*

CQI - *Channel Quality Indicator*

CRM - *Customer Relationship Management*

CS - *Circuit Switching*

CS - *Convergence Sublayer*

CS1, CS2 - *Capability Set1 e 2*

CSG - CISCO *Content Services Gateway*

CSN - *Circuit Switch Network*

CSP - Código de Selecção de Prestadora

CSP - *Component Service Provisioning*

CTC - *Convolutional Turbo Code*

CTCH - *Common Traffic Channel*

D

DAMA - *Demand Assigned Multiple Access*

DC - *Direct Current*

DCCH - *Dedicated Control Channel*

DCN - *Data Communications Network*

DHCP - *Dynamic Host Configuration Protocol*

Diffserv - *Differentiated Services*

DLL - *Dynamic Link Library*

DMTF - *Distributed Management Task Force*

DRM - *Digital Rights Management*

DS - *Direct Sequence Spread Spectrum*

DS - *Distribution System*

DS-CDMA - *Direct Sequence CDMA*

DSCP - *Data Session Control Point*

DSL - *Digital Subscriber Line*

DSLAM - *Digital Subscriber Line Access Multiplexer*
DSS - *Decision Support System*
DTCH - *Dedicated Traffic Channel*
DTMF - *Dual Tone Multi Frequency*
DVB - *Digital Video Broadcasting Project*
DVB-T - *Digital Video Broadcasting - Terrestrial*
DWDM - *Dense Wavelength Division Multiplexing*

E
EAP - *Extensible Authentication Protocol*
EC - *Echo Canceler*
EDGE - *Enhanced Data for GSM Evolution*
EDR - *Event Detail Record*
EJB - Enterprise Java Bean(S)
ENUM - Protocolo IETF sobre endereços (RFC 2916)
EPG - *Electronic Program Guide*
ERB - Estação Rádio Base
ERP - *Enterprise Resource Planning*
eSCO - *Extended Synchronous Connection-Oriented*
ESN - *Electronic Serial Number*
ESS - *Extended Service Set*
ETL - *Extraction, Transformation, & Loading (data)*
ETSI - *European Telecommunications Standards Institute*
EUDCH - *Enhanced Uplink for Dedicated Channels*
EV-DO - *Evolution Data Only*
EV-DV - *Evolution Data and Voice*

F
FCH - *Frame Control Header*
FDD - *Frequency Division Duplex*
FDMA - *Frequency Divison Multiple Access*
FEC - *Forward Error Correction*
FEXT - *Far-end Crosstalk*
FH - *Frequency Hopping*
FSN - *Full Service Network*
FTTB - *Fiber to the Building*
FTTC - *Fiber to the Curb*
FTTH - *Fiber to the Home*
FWA - *Fixed Wireless Access*

G
GSSN - *Gateway* SGSN
GII - *Global Information Infrastructure*
GMSC - *Gateway* MSC
GPRS - *General Packet Radio Service*
GPS - *Global Positioning System*
GRE - *Generic Routing Encapsulation*
GSM - *Global System for Mobile Communication*
GTP - GPRS *Tunneling Protocol* (3GPP)
GTS - *Guaranteed Time Slot*
GUI - *Graphical User Interface*

H
HDB3 - *High Density Bipolar 3 Code*
HDSL - *High-bit-rate DIgital Subscriber Line*
HFC - *Hybrid Fiber/ Coax*
HLR - *Home Location Register*
HMC - Hora Mais Carregada
HP - UX - *Hewlett Packard Unix*
HSDPA - H*igh-Speed Downlink Packet Access*
HTTP - *Hyper Text Transfer Protocol*

I
IA - Inteligência Artificial
ICMS - Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviço
IEEE - *Institute of Electrical & Electronics Engineers* (EUA)
IETF - *Internet Engineering Task Force*
IGMP - *Internet Group Management Protocol*
IM - *Instant Messaging*
IMAP4 - *Internet Message Access Protocol*
IMEI - *International Mobile Equipment Identification*
IMS - IMS *Global Learning Consortium, Inc.*
IMS - IP Multimédia Subsystem
IMSI - *International Mobile Subscriber Identity*
IMT 2000 - *International Mobile Telecommunications 2000*
IN - *Intelligent Network*
INAP - *Intelligent Network Application*
INOFOR - Instituto para a Inovação na Formação
Intserv - *Integrated Services*
IP - *Internet Protocol*
IPDR - IP *Detail Record*
IPTV - TV sobre IP
IR - Infra-vermelhos
ISDN - *Integratee Service Digital Network*
ISM - *Information Scientific Medical*
ISMA - *Internet Streaming Media Alliance*
ISO - *International Organization for Standardization*
IST - *Information Society Technologies (UE)*
ISUP - *Integrate Service User Part*
ITU - International Telecommunication Union
ITU-T - *International Telecommunication Union –Tele-communication*
iTV - TV Interactiva
IVR - Interactive Voice Response

J
J2EE - Java 2 *Enterprise Edition*
JCP - *Java Community Process*
JSLEE - JAIN *Service Logic Execution Environment*

K
KPI - *Key Performance Indicator*
KQI - *Key Quality Indicator*

L
LAN - *Local Area Network*
LCMS - *Learning Content Management System*
LCN - Lógica de Controlo de Negócio
LCS - *Location Services*
LCS - Lógica de Controlo e de Sinalização
LDAP - *Lightweight Directory Access Protocol*
LIF - *Location Interoperability Forum*
LLC - *Logical Link Control*
LMDS - *Local Multipoint Distribution System*
LMS - *Learning Management System*
LOS - *Line of Sight*

M
M2M - *Machine to Machine*
MAC - *Medium Access Control*
MAI - *Multiple Access Interference*
MBMS - *Multimedia Broadcast Multicast Service*
MDA - *Model Driven Architecture*
MEGACO - *Media Gateway Control*
MEXE - *Mobile Execution Environment*
MGCP - *Media Gateway Control Protocol*
MGW - *Media Gateway*
MI - Modelo de Informação
MIB - *Management Information Base*
MIC - *Message Integrity Code*
MIMO - *Multiple Input Multiple Output*
MITV - *Microsoft Interactive Television*
MM - *Mobility Management*
MMDS - *Microwave Multichannel Distribution System*
MMS - *Multimedia Messaging Service*
MMS -C - MMS *Centre*
MMSP - *Multimedia Service Provisioning*
MOU - *Minutes of Usage*
MPEG - *Moving Picture Experts Group (International Standards Organisation/International Electrotechnical Commission*)
MPIC - *Multipath Parallel Interference Canceller*
MS - *Mobile Station*
MSC - *Mobile Switching Centre*
MSISDN - *Mobile Subscriber* ISDN *Number*
MUD - *Multiuser Detection*

N
NBAP - *Node B Application Part*
NEXT - *Near-end Croostalk*
NGN - *Next Generation Networks*
NGOSS - *Next Generation Operations and Systems Software*
NLOS - *Non-Line of Sight*
NMS - *Network Management Software*
NPVR - *Network PVR*
NSIS - *Next Steps In Signalling*
NTT - *Nippon Telegraph and Telephone Corporation*
NVUP - *Network View of the User Profile*

O
OCL- *Object Constraint Language*
ODL - *Open & Distance Learning*
OFDM - *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*
OLAP - *On Line Analytical Processing*
OLTP - On Line Transaction Processing
OMG - *Object Management Group*
OPEX - *Operational Expenditure*
OSA - *Open Services Architecture*
OSI - *Open System Interconnection*
OSS - *Operations Support System*
OSS/J - *OSS Trough Java*

P
PABX - Private Automatic Branch Exchange
PAN - *Personal Area Network*
PANA - *Protocol for carrying Authentication for Network Access*
PBNMS - *Policy Based Network Managed System*
PBX - *Private Branch Exchange*
PCCH - *Paging Control Channel*
PCF - *Packet Control Function*
PCS - Ponto de Controlo de Sinalização
PCU - *Packet Control Unit*
PDA - *Personal Digital Assistant*
PDCP - *Packet Data Convergence Protocol*
PDH - *Plesiochronous Digital Hierarchy*
PDSN - *Packet Data Service Node*
PDU - *Packet Data Unit*
PHY - *Physical Layer Device*
PIB - Produto Interno Bruto
PIC - *Paralell Interference Cancellation*
PIM - *Plataform Independent Model*
PIS - Programa de Integração Social
PKQI - *Product Key Quality Indicators*
PL/SQL - *Procedural Language/Structured Query Language*
PLC - *Power Line Comunication*
PLMN - *Public Line Mobile Network*
PMP - *Ponto Multiponto*
PoC - *Push-To-Talk over Cellular*
POI - *Point of Initiation*
POP3 - *Post Office Protocol*
POR - *Point of Return*
POS - *Point-Of-Sale*
POTS - *Plain Old Telephone* Service
PS - *Packet Switch*
PS - *Packet Switching*
PS - *Physical Slots*
PS - *Program Stream*
PSB - *Parked Slave Broadcast*
PSM - *Platform-Specific Model*
PSMS - *Premium Services Mediation Server*
PSN - *Packet Switch Network*

PSP - *Pervasiveness Service Provider*
PSTN - *Public Switched Telephone Network*
PVC - *Permanent Virtual Circuit*
PVR - *Personal Video Recorder*
PWLAN - *Public Wireless LAN*

Q
QAM - *Quadrature Amplitude Modulation*
QoS - *Quality of Service*
QPSK - *Quadrature Phase-Shift Keying*

R
RA - *Resource Adaptors*
RACS - *Resource and Admission Control SubSystem*
RADIUS - *Remote Authentication Dial-In User Server/ Service*
RAM - *Random-Access Memory*
RAN - *Radio Access Network*
RANAP - *Radio Access Network Application Protocol*
RC4 - *Ron's Code 4*
RDF - *Resource Description Framework*
RDIS - Rede Digital com Integração de Serviços
RE - ADSL - *Reach- Extended ADSL*
RF - *Radio Frequency*
RFD - *Reduced Functionality Device*
RFID - *Radio Frequency Identification Device*
RI - Redes Inteligentes
RLC - *Radio Link Control*
RNC - *Radio Network Controller*
RNL - *Radio Network Layer*
RNS - *Radio Network Subsystem*
RNASP - *RNS Application Part*
ROI - *Return On Investment*
ROM - *Read-Only Memory*
RPG - Rede de Próxima Geração
RRC - *Radio Resource Control*
RRM - *Radio Resource Mangement*
RS - *Reed - Solomon*
RTCP - *Real-Time Control Protocol*
RTP - *Real-Time Protocol*
RTS/CTS - *Ready To Send /Clear*
RTSP - *Real Time Streaming Protocol*

S
SACG - *SCF Automatic Code Generator*
SAML - *Security Assertion Markup Language*
SAP - *Service Access Point*
SBB - *Service Building Block*
SCE - *Service Creation Environment*
SCF - *Service Control Function*
SCO - *Shareable Content Objects*
SCO - *Synchronous Connection-Oriented*
SCORM - *Shareable Content Object Reference Model*
SCP - *Service Control Point*

S-CSCF - *Serving-Call Session Function*

SDH - *Synchronous Digital Hierarchy*

SDL - *Specification and Description Language*

SDM - *Service Data Management*

SDP - *Service Data Point*

SDP - *Session Description Protocol*

SDPng - *Session Description Protocol, next generation*

SDS - *Service Discovery Servers*

SDSL - *Single -Pair Digital Subscriber Line*

SDT - SDL *Design Tool*

SF - *Spreading Factor*

SGSN - *Serving GPRS Support Node*

SHCCH - *Shared Channel Control Channel*

SHDSL - *Single Pair* HDSL

SIB - *Service Independent Block*

SIC - *Serial Interference Cancellation*

SID - *Shared Information Data Model*

SIP - *Session Initiation Protocol*

SLA - *Service Level Agreement*

SLEE - *Service Logic Execution Environment*

SLMJ - *Service Level Measurement Job*

SLO - *Service Level Objective*

SLR - *Service/Subscriber Location Register*

SLS - *Service Level Specification*

SMCP - *Service Message Control Point*

SMP - *Service Management Protocol*

SMS - *Short Message Service*

SMTP - *Simple Mail Transfer Protocol*

SOAP - *Simple Object Access Protocol*

SPAN - *Services and Protocols for Advanced Networks*

SPP - *Service Provisioning Platform*

SQL - *Structured Query Language*

SQM - *Service Quality Manegement*

SS - *Subscriber Station*

SS7 - *Signaling System 7*

SSD - *Service Support Data*

SSL - *Secure Socket Layer*

SSN - *Safe Secure Network*

STB - *Set-Top Box*

STBC - *Space-Time Block Coding*

STC - *Space-Time Coding*

STD - *Selective Transmit Diversity*

STTD - *Space Time Transmit Diversity*

SVUP - *Service View of User Profile*

SW - *Software*

T

TCK - *Test Compatibility Kit*

TCP - *Transmission Control Protocol*

TDD - *Time Division Duplex*

TDM - *Time Division Multiplexing*

TDMA - *Time Division Multiple Access*

TFTP - *Trivial File Transfer Protocol*

TGL - Terminal de Gestão Local
TI - Terminais Inteligentes
TIA - *Telecommunications Industry Association*
TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação
TIM - Telecom Itália Mobile
TIPHON - *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*
TISPAN - *Telecommunication and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking*
TKIP - *Temporal Key Integrity Protocol*
TMN - *Telecommunications Mangement Network*
TNCP - *Transport Network Control Plane*
TNL - *Transpor Network Layer*
TOAD - *Tool for Oracle Application Developers*
TS - *Trasnport Stream*

U
UA - *User Agent*
UAPROF - *User Agents Profiles*
UBR - *UnspecifiedBit Rate*
UDP - *User Datagram Protocol*
UE - União Europeia
UE - *User Equipment*
UML - *Unified Modeling Language*
UMTS - *Universal Mobile Telephone System*
UP - *User Plane*
URA - Unidade de Resposta Audível
URL - *Uniform Resource Locator*
USIM - UMTS *Subscriber Identity Module*
UTRAN - UMTS *Terrestrial Radio Access Network*

V
VBR - *Variable Bit Rate*
VC - Valor da Comunicação
VCC - *Virtual Circuit Connection*
VDSL - *Very high speed Digital Subscriber Line*
VHE - *Virtual Home Environment*
VIP - *Very Important People*
VLR - *Visitor Location Register*
VOD - *Video On Demand*
VoIP - *Voice over IP*
VPC - *Virtual Path Connection*
VPN - *Virtual Private Network*
VSSP - *Virtual Service Switching Point*
VSSP - SCP - *Virtual Service Switching Point Service Control Point*

W
WAP - *Wireless Application Protocol*
WBEM - *Web-Based Enterprised Manegement*
WCDMA - Wideband Code Division Multiple Access
WDM - *Wavelengeth Division Multiplexing*
WEP - *Wired Equivalent Privacy*
WI-FI - *Wireless Fidelity (IEEE 802.11b wireless networking)*
WI-MAX - *Worldwide Interoperability for Microwave Access (IEEE 802.16 wireless broadband standard)*
WLAN - *Wireless Local Area Network*

WMAN - *Wireless Metropolitan Area Network*
WML - *WAP Mark-Up Language*
WPA - *Wi-Fi - Protected Access*
WPAN - *Wireless Personal Network*
WSCP - *Wireless SCP*
WWRF - *Wirelesss World Research Forum*
WWW - *World Wide Web*

X
xDSL - *Digital Subscriber Line*
XHTML - *eXtensible HyperText Markup Language*
XML - *eXtensible Markup Language*
XMPP - *eXtensible messaging and Presence Protocol*
XSL - *eXtensible Stylesheet Language*