vol.1

Saber & Fazer

Telecomunicações

Localização, Redes Convergentes, GMLC, Scratch, Android, IMS, Mobilidade, User-Generated Content, Web 2.0, Redes Sociais, Modelos de Negócio, OTT, Telco 2.0, Internet das Coisas, Informação de Contexto, Multicast, QoE, Test Driven Development, Serviços de Emergência, VoIP, Peering, Enum, SAE, SIP, UFA, Gestão de Identidades, WLAN, Rádio, Backhaul

Título
Saber & Fazer Telecomunicações
Revista Técnica da PT Inovação
Edição
PT Inovação 2009
Design
www.dreamlab.pt
Impressão
Litografia Coimbra, S.A.
Tiragem
1 200 exemplares
ISSN 1645-8710
Depósito Legal 251344/06

apresentação

Alcino Lavrador
Presidente da Comissão Executiva
da PT Inovação

Num contexto marcado pelo elevado ritmo de mudança em variados domínios com implicações na nossa vida profissional, social e afectiva, torna-se relevante identificar campos de evolução tecnológica que sustentam a mudança e que devem ser endereçados pela Portugal Telecom na sua oferta futura de produtos e serviços.

Este Volume I da Revista Saber & Fazer de 2009, endereça alguns dos domínios transversais relevantes na área das Aplicações e Protocolos de Rede que sustentarão uma oferta avançada, inovadora e diversificada indo ao encontro das necessidades individuais dos clientes. A convergência de redes é sem dúvida uma das pedras basilares para a ubiquidade dos serviços num mundo "sempre ligado". Aceder aos serviços em qualquer lugar, a partir de qualquer dispositivo e a qualquer hora, para além de novas arquitecturas, requer uma revolução invisível num conjunto de tecnologias desde gestão de identidades, informação de contexto, inter-operabilidade e localização de forma a tornar o serviço transparente para o utilizador mas adequado ao momento, lugar e dispositivo de acesso. Adicionalmente encontram-se artigos sobre metodologias e tecnologias de desenvolvimento que têm sido usadas com resultados muito positivos.

Estes são alguns dos temas tratados neste número da Revista Saber & Fazer. A todos aqueles que tornaram possível a edição de mais este número da revista, principalmente os autores dos artigos, o nosso agradecido reconhecimento.

nota editorial

Marcelino Pousa

O sétimo número da "Saber e Fazer Telecomunicações" teve este ano um número excepcional de propostas de artigos que, apesar do rateio, nos levou a publicar este número em dois volumes. Este facto significa para nós que internamente se assimilou a importância deste instrumento de difusão de conhecimento da PT Inovação para os seus *stakeholders*, bem como a importância da partilha deste conhecimento pelos colegas do grupo.

A publicação de dois volumes resulta da consciência da oportunidade que alguns dos temas tratados têm numa realidade em que tudo evolui a um elevado ritmo e que a detenção de conhecimento é factor diferenciador na tomada de decisão.

À semelhança dos números anteriores, o Volume I inclui artigos sobre temas diversos, mantendo a opção, definida desde o primeiro número, de ir ao encontro de uma parte significativa da população que desenvolve a sua actividade profissional no sector das telecomunicações. Nesse sentido, estes artigos são acessíveis a um grupo alargado de leitores. Neste volume poderemos encontrar artigos como: a reflexão sobre o posicionamento futuro dos operadores; aplicações criativas como o Scratch; aplicações e conteúdos em contexto de redes sociais; gestores de identidades e informação em contexto, importância e potencial dos novos SIM *cards*; chamadas de emergências em redes NGN; localização em espaços interiores; modelos de interligação de operadores VoIP; arquitecturas de redes de acesso em cenários de convergência e, finalmente, as tendências nas soluções rádio.

O volume II é dedicado a artigos mais relacionados com a actividade de desenvolvimento da PT Inovação. Trata-se de um volume mais tecnológico, que apresenta algumas das soluções desenvolvidas, ou em desenvolvimento, e que representam uma amostra da nossa contribuição para a modernização do sector em geral e das empresas do grupo em particular.

Cobre temas como os Ambientes de execução de serviços, a evolução do NGIN para redes 3G&*beyond* e outras funcionalidades; plataformas de comunicações convergentes; desafios para a integração de plataformas de serviços e *framework* de distribuição de serviços; serviços de publicidade móvel; vantagens e desafios na adopção de um *Online Charging System*.

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

Índice

8 **Socorro! Sou um mero transportador de *bits*!**

16 **Scratch: Competências para um Futuro mais Criativo**

23 **Aplicações e Conteúdos Pessoais em Redes Sociais**

30 **Optimização de serviços e conteúdos através de informação de contexto**

36 **Localização *Indoor* em Redes Convergentes**

42 **Desenvolvimento de um Gestor de Identidades para suporte da tecnologia Microsoft CardSpace**

48 **IP-*enabled* SIM *Cards*. Cenários, Serviços e Modelos de Negócio**

55 **Chamadas de Emergência em Redes de Próxima Geração**

61 **Modelos de Interligação VoIP**

68 **Arquitectura Distribuída para a Rede de Acesso – *Ultra-Flat Architecture***

76 **Tecnologias Rádio: Tendências de Evolução Tecnológica e Aplicação ao Projecto Panorama-Rádio**

83 **Aplicação da técnica "*planning poker*" para estimativas de esforço / tamanho**

92 ***Test Driven Development* (TDD) aplicado no contexto da PT Inovação**

97 **Siglas & Acrónimos**

01

Socorro! Sou um mero transportador de *bits*![1]

palavras-chave:
Modelos de Negócio, RPG, OTT, Telco 2.0, Mercado de Aplicações, *Web Squared*, Colaboração, Comunicações integráveis nos processos de negócio, Experiências de Vida, *Broker*, Internet das Coisas.

Paulo Chainho

Telma Mota

O pesadelo "Operador de Telecomunicações: o Transportador de *Bits*" ameaça tornar-se uma realidade. Para evitar esta forte tendência é urgente antecipar e explorar novas Oportunidades de Negócio adoptando uma atitude de *First Mover*.

Este artigo procura contribuir com algumas ideias para um Actor Global especialista em captar vastas audiências de consumidores finais, com uma oferta retalhista de pacotes de experiências de vida, fornecendo experiências digitais conjugadas com experiências reais, usando as capacidades sensoriais dos dispositivos, coordenados pela inteligência colectiva da comunidade do utilizador.

Em paralelo, o Actor desempenha o papel de *Broker*, com uma oferta Grossista de meios para promover o encontro, entendimento e cooperação entre os seus clientes comerciais e a vasta audiência de consumidores finais atraídos pelo negócio retalhista.

Este hipotético cenário irá exigir mudanças profundas da organização, com a adopção duma cultura de *Startup* cultivando a Cultura da criatividade e inovação da *Web* duma forma harmoniosa com a Cultura da Qualidade das Telecomunicações.

[1] Este artigo é parcialmente inspirado na iniciativa Telco 2.0 [1] e usa algum trabalho efectuado por um dos autores no âmbito da Fábrica Exploratória de Inovação do Grupo PT, em particular o levantamento e análise das forças de mudança. No entanto, os cenários e as acções aqui propostas não representam nenhum resultado oficial deste grupo de trabalho.

1. Introdução

O pesadelo "Operador de Telecomunicações: o Transportador de *Bits*" tem assombrado os operadores de telecomunicações nos últimos anos. Até agora esta tendência tem sido contida, usando um modelo *walled garden* onde os operadores procuram ter a exclusividade do relacionamento com os seus subscritores. Nos últimos tempos têm havido alguns sinais de que esta estratégia estará a perder eficácia. O *App-Store* lançado pela Apple em 2008 já teve mais de 2 biliões de aplicações descarregadas para os seus dispositivos móveis iPhone/iPod *Touch*. Só a aplicação VoIP Skype para iPhone foi descarregada mais de 1 milhão de vezes em dois dias. Por outro lado, a Nokia anunciou no GSMA'09 uma parceria com o Skype de modo a ter a sua aplicação VoIP pré-instalada em alguns dos seus modelos e, mais recentemente, a AT&T decidiu dar acesso à aplicação Skype iPhone pela rede 3G.

Como resultado desta disseminação de aplicações OTT (*Over The Top*)[2] os emergentes actores globais ultrapassam as barreiras do *walled garden* e estabelecem relações directas com os clientes dos operadores de telecomunicações.

Este artigo apresenta uma análise sucinta sobre tendências e factores que influenciam as mudanças a que actualmente assistimos (secção 2) apresentando algumas potenciais alterações no ecossistema que poderão trazer grandes oportunidades de negócio (secção 3) a partir do qual se desenha um hipotético cenário (secção 4). Na secção 5 são propostos alguns princípios de acção para atingir o cenário descrito na secção 4 e exemplos de casos de negócio, concluindo o artigo na secção 6.

2. Tendências

Nesta secção é feita uma análise sucinta sobre tendências e factores que influenciam as mudanças a que actualmente assistimos no sector das comunicações.

Oferta Gratuita de Serviços

A competitividade no mercado das Telecomunicações tem sido marcada pela redução drástica dos preços das chamadas telefónicas. Esta tendência foi acelerada com a entrada de novos actores que funcionam num modo *Over-The-Top* (OTT), com destaque para o Skype e o Google (Google Voice)[7], com uma oferta a preços muito reduzidos ou mesmo gratuitos. Actualmente, o Skype tem uma cota de mercado superior a 8% nas chamadas de longa distância, sendo o maior operador mundial de chamadas de longa distância [2].

A oferta de serviços OTT a preços gratuitos é uma prática comum em redes abertas como a Internet abrangendo todo o tipo de serviços desde ofertas de conteúdos (notícias), comunicações em tempo real (video-telefonia, mensagens instantâneas) e lazer (televisão). Estes novos actores têm ganho cota de mercado pela sua agilidade de *first mover* no lançamento de aplicações inovadoras com custos marginais. Este comportamento deve-se muito ao controlo completo da infra-estrutura de serviços desenvolvida *inhouse* e baseada em *open source*. De notar que estas infra-estruturas não são baseadas em arquitecturas normalizadas de telecomunicações como o 3GPP IMS, usando como alternativa soluções baseadas em *Web Mashups*, SIP "puro" (sem as extensões do 3GPP) e XMPP, ou pura e simplesmente soluções proprietárias que não seguem nenhuma norma (e.g. Skype). Estes novos actores têm conseguido explorar com sucesso modelos de negócio de duas frentes: adquirem uma vasta audiência *downstream* com ofertas muito baixas ou mesmo gratuitas, indo buscar receitas do lado *upstream* dos clientes comerciais.

Figura 1 – Exemplos de Ofertas disruptivas *Over-The-Top*

[2] Os fornecedores *Over-The-Top* contactam os seus clientes sem estabelecer relacionamentos com os fornecedores de rede que suportam os meios de distribuição usados.

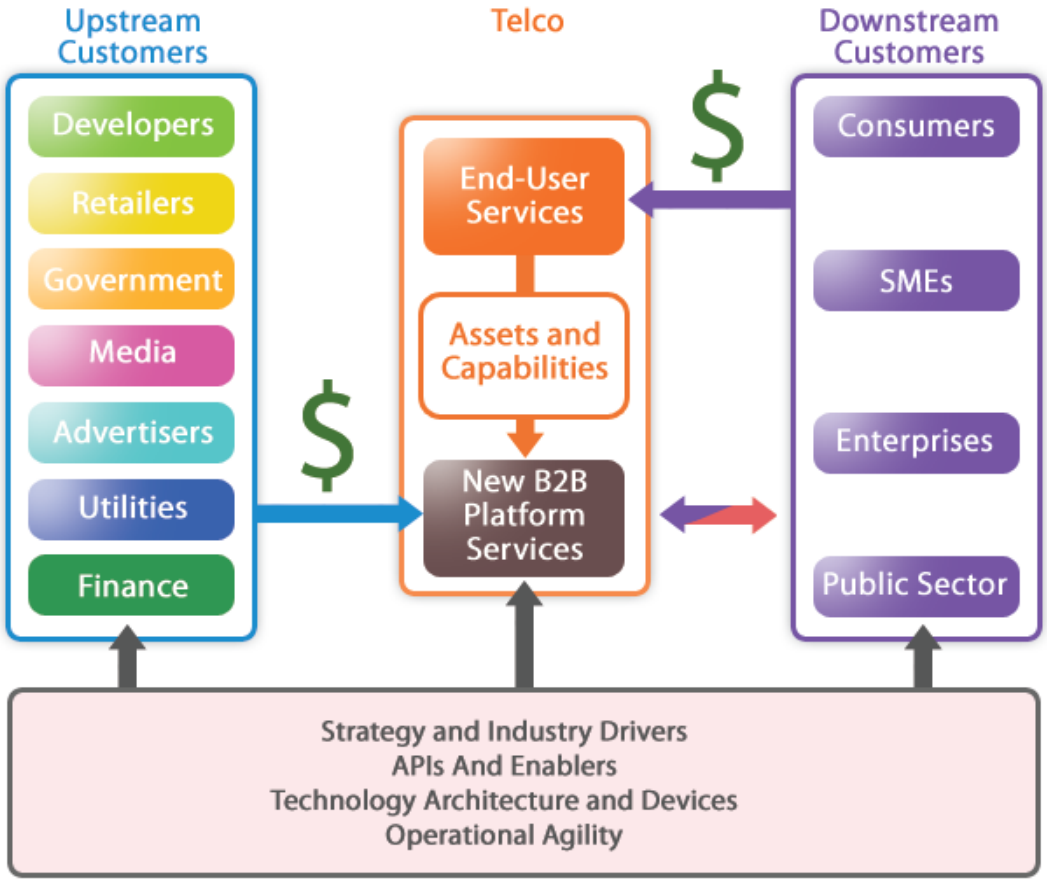

Figura 2 – Modelo de Negócio de Duas Frentes proposto pela Telco 2.0

Telco 2.0 [1]

A Telco 2.0 (iniciativa patrocinada pela consultora STL) ambiciona contrariar a tendência da erosão das margens do negócio das telecomunicações descrita atrás, com modelos de negócios de duas frentes (*two-sided business model*). Este modelo assenta no reposicionamento das telecomunicações no papel de intermediário nas complexas interacções e transacções entre consumidores e empresas, e entre cidadãos e governantes. Este papel tira partido dos activos existentes nos operadores, incluindo dados de utilizador em tempo real, redes de distribuição seguras, processos de pagamento e facturação sofisticados, etc.

Num cenário típico deste modelo, o consumidor final (*downstream*) paga para receber tráfego de dados e o cliente comercial *upstream* paga para chegar ao consumidor final para lhe entregar voz, vídeo ou dados. Para concretizar este modelo, é necessário continuar a atrair e a satisfazer as necessidades dos consumidores de retalho (cliente do lado *downstream*). Mas adicionalmente, é necessário expandir as funcionalidades dos seus produtos tradicionais de modo a suportar os processos de negócio das empresas (clientes do lado *upstream*) disponibilizando interfaces onde empresas externas possam ligar os seus sistemas de comunicação e informação.

API e Mercado de Aplicações [4]

O sucesso da App Store da Apple – 2 biliões de aplicações descarregadas de mais de 85K aplicações disponíveis[3] – tem demonstrado o enorme potencial das API e dos Mercados de Aplicações. Outro exemplo de sucesso, agora de um operador incumbente, é a iniciativa *Content Provider Access* (CPA) da Telenor que obteve em 2008 receitas de $126 milhões representando 6% das receitas da operadora móvel na Noruega. Para um operador, a oferta de mercado de aplicações deverá focar-se num contexto de aplicações de rede convergentes i.e., as aplicações desenvolvidas e disponibilizadas no Mercado podem ser usufruídas em diferentes terminais e redes de acesso (PC, TV, Telemóvel, etc.). Numa oferta deste tipo, as API deverão ser simples de usar e agnósticas das tecnologias de rede usadas de modo a permitir que o programador se concentre mais na sua capacidade de criação e menos na tecnologia. A oferta de API abertas de rede tem sido dos modelos de negócio mais válidos para compensar a erosão das margens das ofertas tradicionais de Voz, SMS e dados. As API de Rede permitem explorar uma variedade de modelos de negócio incluindo Mercados de Aplicações, Modelos de Negócio de Duas frentes (*à la* Telco 2.0), *Web Mashups* e Comunidades de Programadores. Estes exemplos de sucesso, têm levado outros actores como a Orange e a Telefónica (*mStore*) a adoptar o emergente negócio dos Mercados de Aplicações e API para terceiros.

Web 2.0 -> Web^2 [26]

Os serviços Web 2.0 como o Twitter, Facebook, MySpace, YouTube, Flickr, Wikipedia são actualmente responsáveis pela maior parte do tráfego gerado na Internet. Segundo Tim O'Reilly, o inventor do termo *Web* 2.0, o princípio mais importante destas aplicações é aproveitar a inteligência

3 À data de escrita deste artigo, i.e., 28 Setembro 2009

Figura 3 – O Mercado de Aplicações *App Store* da Apple é um enorme sucesso

colectiva do efeito da rede para aumentar o seu uso e a sua qualidade. Estes exemplos de sucesso da *Web* 2.0, mostram como a criação de valor é não só facilitada por *software*, mas, e principalmente, pela comunidade de utilizadores interligados em rede que utilizam esse *software*.

Passados 5 anos de *Web* 2.0, assiste-se à emergência de aplicações de inteligência colectiva baseadas numa quantidade crescente de dados recolhidos a partir de dispositivos sensoriais, muitas das vezes sem qualquer intervenção humana.

Actualmente, os *Smartphones* já contêm um grande conjunto de sensores incluindo microfones, câmaras, GPS, acelerómetros, etc..

No futuro antecipa-se que os sensores estarão em todo o lado e no limite serão capazes de monitorizar e ligar à rede qualquer coisa (Internet das Coisas [18]).

Em paralelo a computação em rede, usando paradigmas como o *Cloud Computing* ou o *Grid Computing*, aumentam a sua capacidade de recolher e processar em tempo real, quantidades massivas de dados para o reconhecimento automático de padrões (e.g. Processamento de Linguagem Natural). A conjugação destas tendências apontam na direcção de um ecossistema de serviços de rede capazes de usar e coordenar diferentes sensores ligados à rede, de um modo semelhante ao modo como o cérebro humano coordena os seus próprios sentidos.

Dito de outra forma, a evolução do mundo virtual da *Web* 2.0 irá resultar da sua colisão com o mundo físico, de onde ganhará audição, visão, tacto e outros sentidos. Daqui resultará um vasto número de novas oportunidades de negócio. Uma das oportunidades é a possibilidade de deduzir informação de contexto de uma pessoa ou o ambiente de um dispositivo, e.g. localização, actividades (e.g., "a andar", "a correr", "a conduzir"), características do ambiente (e.g., "frio", "calor"), estado do utilizador (e.g., "contente", "triste", "nervoso"), etc., e usar essa informação para adaptar em tempo real o comportamento das aplicações oferecidas aos consumidores: Aplicações Conscientes do Contexto ([5]). Esta dedução é melhorada cruzando informação recolhida dos sensores com informação relevante relativa a perfis de utilizadores, preferências e comportamentos de utilização dos serviços.

Os Operadores de Telecomunicações podem mediar e enriquecer o conjunto de informação de contexto proveniente de diferentes fornecedores de contexto, sobretudo se esta for proveniente de meros dispositivos como os sensores sem capacidade de processamento.

Comunicações Colaborativas e Integráveis nos Processos de Negócio

As Comunicações integráveis nos processos de negócio permitem reduzir atrasos nos fluxos entre processos, tornando possível, e.g., desencadear e registar processos a partir de comunicações – e.g. transacção comercial efectuada durante conversa telefónica – e desencadear comunicações a partir de um processo de negócio – e.g. sessão de videoconferência para processo de aprovação duma compra. As comunicações de colaboração promovem a inteligência colectiva com funcionalidades de video-conferência, partilha de aplicações, edição colaborativa de documentos, *wiki*, *blogs*, etc. Neste âmbito destaca-se o anúncio pela Google do serviço Google *Wave* [8]: um novo serviço de colaboração em tempo real através da edição partilhada de documentos XML, juntando funcionalidades de e-mail, *wiki*, IM, Google Docs, etc..

GOV 2.0

As filosofias Gov 2.0 [13] e *Open Source Governance* [12] (ou *Open Source Democracy*) procuram aplicar na governação de uma nação (também podem ser aplicados numa empresa) os princípios da *Web* 2.0 e do *Open Source*, respectivamente. A governação é vista como a gestão duma plataforma que fornece serviços aos seus cidadãos.

Esta plataforma é governada colaborativamente usando ferramentas geralmente usadas nas redes sociais e nos projectos *Open Source* (Blogs, WiKi, Fóruns, Twitter, etc.) e.g. leis criadas a partir de documentos Wiki. A transparência, segurança e contabilidade pública de todos os dados da governação (e.g. através da disponibilização de API) são princípios básicos desta filosofia. A administração Obama é aponta-

Figura 4 – Web Squared é a nova tendência que resulta da "colisão" entre o mundo virtual da Web 2.0 e o mundo fisico das redes de sensores

Figura 5 – Gov 2.0, aplicação dos princípios da Web 2.0 na Governação

da como um exemplo de tentativa de aplicação destes princípios.

Conflito crescente entre Produtores e Consumidores de Media

O objectivo dos direitos de autor é criar incentivos para que novas obras sejam criadas, publicadas e disseminadas. Para o efeito, a lei dá ao autor direitos exclusivos para controlar as apresentações públicas do seu trabalho e respectivas cópias. A Internet veio introduzir um conjunto de facilidades de publicação de obras digitais comprometendo os actuais modelos de negócio das grandes empresas de Media.

Estas empresas têm tido grandes dificuldades em se adaptar a este novo ambiente introduzindo dificuldades adicionais e extremas à inovação e criação de obras, em particular obras que façam uso de técnicas de "*copy/cut and paste*". Estas grandes empresas de Media pressionam o mercado, colocando em tribunal os seus próprios clientes que acabam condenados com penas pesadíssimas.

Ainda recentemente, nos EUA, um arguido foi condenado a pagar $1.92 milhões de dólares por ter partilhado 24 músicas no Kazaa [6]. Também em Portugal, a Inspecção-Geral das Actividades Culturais (IGAC) notificou a Portugal Telecom, na qualidade de fornecedor de Internet, para que remova ou impossibilite o acesso a 27 *sites* que são acusados de disponibilizar ilegalmente filmes, músicas e matéria editorial[4]. Este comportamento das grandes empresas de Media poderá ter um efeito perverso, provocando sentimentos de revolta nos seus próprios clientes finais. Todo este contexto é propício para o surgimento de novos actores com modelos de negócio alternativos mais adequados às condições de mercado. O acesso ubíquo à Internet em banda larga viabiliza novos e mais eficientes modos de distribuição de conteúdos, e.g. serviços de entrega de conteúdos por subscrição.

Um exemplo de sucesso no uso da Internet na entrega legal de conteúdos não gratuitos é o iTunes da Apple que tem vendido milhões de músicas a 99 cents/$ (equivalente ao custo de um CD apesar de não ter os custos inerentes ao uso de um media físico como o CD) usando um modelo *pay-per-download*. Mais recentemente, têm surgido algumas propostas de serviços usando o modelo *all-you-can-eat* onde por uma mensalidade é dado acesso a um vasto catálogo de músicas (e.g. Spotify [10]).

Adicionalmente, torna-se mais simples e seguro gerir os registos de direitos de autor, usando novas licenças como a *Creative Commons* [11], que expressa liberdades e restrições de um modo claro e acessível a todos os actores envolvidos, e sem advogados. No caso da *Creative Commons*, as obras digitais ficam associadas a versões da licença legíveis por máquinas permitindo que computadores façam uma identificação automática das obras que podem ser facilmente partilhadas.

3. Alterações no ecossistema potenciadoras de novas oportunidades de negócio

Nesta secção é feita uma breve análise de como as tendências identificadas na secção 2 e outras, se relacionam, procurando padrões de onde podem resultar alterações no ecossistema que o Operador pode aproveitar em seu benefício numa estratégia de *first mover*.

Da competição para a cooperação

O Mercado hoje funciona na base da concorrência feroz entre empresas que exige uma produtividade crescente para conseguir oferecer mais por menos (que no limite irá levar-nos para um situação de oferecer tudo por nada).

Em paralelo tem emergido uma tendência oposta de maior cooperação entre pessoas e empresas (principalmente na área de desenvolvimento de *Software* ie *Open Source*) onde o seu trabalho é cada vez mais remunerado duma forma não financeira (e.g. reconhecimento, fama, etc.). Existirão cada vez mais fases de cooperação no ciclo de vida de um produto e menos de competição e.g. limitado à assistência de utilização.

Torna-se crucial a capacidade de fazer negócio apesar da cooperação com os potenciais concorrentes, através de modelos de negócio cada vez mais criativos. Desta alteração no ecossistema, surge uma grande oportunidade para quem souber desempenhar o papel de facilitador de "negócio" a partir da cooperação entre as empresas, podendo o negócio ser expresso por uma forma de transacção não financeira e.g. créditos de confiança / notoriedade…

As comunicações como meios de proporcionar experiências e estilos de vida

De acordo com a iniciativa Telco 2.0, um dos grandes activos dos operadores de Telecomunicações é a sua capacidade de distribuir conteúdos e aplicações para uma vasta audiência usando diferentes canais de distribuição incluindo voz, vídeo, SMS/MMS, Televisão, *email*, IM, etc. Por outro lado, assistimos a alterações significativas nos comportamentos e padrões de consumo dos utilizadores incluindo [9]:

> Maior apetência para consumir experiências (de vida), e.g. comer, viajar, desportos radicais, etc. ("A Vida é Bela"), do que para adquirir produtos/bens tangíveis;

> Os relacionamentos entre utilizadores são cada vez mais estabelecidos no âmbito duma comunidade virtual, usando uma ou mais identidades digitais, havendo simultaneamente uma maior proximidade com todos (redução dos seis graus de separação[5]);

> Grande fragmentação de culturas e estilos de vida (sub-sub-sub-géneros musicais, moda do *cut'n paste*) em grande parte resultante duma maior facilidade em gerar cultura, através da separação ou da fusão de culturas existentes. No meio de tantas possibilidades surgem problemas de acesso à minha tribo (falta de identidade própria).

[4] Na sequência desta noticia foi feito o seguinte comentário num meio *online*: "A liberdade de copiar é uma liberdade necessária para: Democratização da cultura... Apoiar os artistas minoritários e mais experimentais (existem vários estudos que provam que a estes artistas lhes beneficia a cópia "ilegal"). Estas cópias são uma promoção que lhes permite ter público nos concertos (a grande fonte de receitas dos artistas) Preservação de velhas obras que podem desaparecer caso não existam cópias (várias e distribuídas). Acesso a obras descatalogadas. O direito à cópia privada. O direito à modificação baseada na obra, que sempre existiu na cultura popular e oral."

Simultaneamente, a evolução para a *Web Squared* aproxima o mundo digital do mundo real proporcionando experiências mais imersivas mas simultaneamente mais satisfatórias (e.g. adaptação automática da decoração e da música ambiente da sala de acordo com o meu estado de humor). Daqui resultam enormes oportunidades de negócio, transformando um negócio limitado ao tráfego, conteúdos e comunicações num negócio de fornecimento de experiências de vida.

A capacidade de proporcionar uma verdadeira experiência de vida de acordo com o perfil do utilizador, fornecendo experiências digitais conjugadas com experiências reais, usando as capacidades sensoriais dos dispositivos, coordenados duma forma consciente do contexto do utilizador, pela inteligência colectiva da comunidade do utilizador, tem um potencial de criação de valor praticamente ilimitado.

Geração de receitas a partir da promoção de encontros, entendimentos e cooperação

De acordo com a iniciativa Telco 2.0, existe um grande potencial de negócio no mercado grossista através da disponibilização de funcionalidades para terceiros que facilitem os relacionamentos entre clientes comerciais (*upstream*) e a vasta audiência de consumidores finais mantidos e captados pelo Operador atraídos por novos paradigmas como a distribuição de experiências de vida referida atrás. Por outro lado, temos o potencial da Inteligência Colectiva demonstrado pelo fenómeno *Web* 2.0 cruzado com o surgimento de novos paradigmas de comunicação colaborativa integrável em processos de negócio, como é o caso do Google Wave. Se juntarmos a potencial alteração no ecossistema identificada atrás do Mercado Cooperativo torna-se claro que existem grandes oportunidades de negócio no fornecimento das facilidades de promoção de encontros, entendimentos e cooperação entre empresas e entre empresas e consumidores finais.

O dono do Cliente é ... ele próprio, o cliente (é o fim da publicidade?)[6]

O sucesso da Internet deve-se em grande parte à sua natureza extremo-a-extremo, dando ao utilizador final mais poder e liberdade na escolha e uso dos serviços que lhe são mais convenientes sem qualquer tipo de compromisso com os seus fornecedores. Isso contrasta com as estratégias de subscrição, subsidiação e controlo completo do cliente, seguido pelos operadores. Mais recentemente, também os Actores *Web* 2.0 tentam apoderar-se do Cliente recolhendo e processando a sua informação para benefício do seu negócio. Quando os serviços *Web* 2.0 começarem a ser usados duma forma séria, de um modo privado ou profissional, surgirão potenciais problemas de privacidade e consequente revolta com quebra de confiança no fornecedor de serviço.

A capacidade de dar ao consumidor a possibilidade de ser ele próprio a controlar o relacionamento com o fornecedor e os seus próprios dados [19], (usando e.g., dispositivos controlados por si, em casa, com *backup* na rede e acessíveis a partir de qualquer lado) duma forma comercialmente sustentável para o fornecedor, permite criar relações de grande proximidade e confiança com o consumidor final. Se juntarmos a este fortalecimento do poder do consumidor o surgimento de serviços de recomendação imparciais [20], teremos uma redução da influência da publicidade no comportamento dos consumidores.

O fornecedor de conteúdos e serviços é ... o próprio consumidor

O sucesso das aplicações *Web* 2.0 resulta de ter os consumidores a participar activamente no próprio fornecimento do serviço, tornando-o mais útil de modo a satisfazer mais os seus requisitos, baralhando e misturando os papéis tradicionalmente desempenhados pelos actores. São quebradas as cadeias de valor, aproximando consumidores e fornecedores, eliminando os intermediários. Destas alterações no ecossistema resultam grandes oportunidades de negócio para quem conseguir substituir os intermediários convencionais através de um papel de *broker,* explorando simultaneamente a inteligência colectiva dos seus consumidores para benefício dos fornecedores, através da participação activa dos próprios consumidores no fornecimento do serviço e da informação de contexto pessoal.

Plataforma de Serviço *Inhouse* [5]

Tipicamente, as plataformas de serviços dos operadores de telecomunicações são fornecidas por fabricantes tradicionais, como a Nokia-Siemens, Alcatel-Lucent, etc., compatíveis com as normas dos organismos internacionais de Telecomunicações (ITU, ETSI) havendo uma plataforma por serviço e por rede. Daqui resulta uma grande quantidade de plataformas de serviços. Por outro lado, as normas estão muito orientadas para a tecnologia de rede e pouco orientadas para os programadores e para os criativos. As plataformas dos fornecedores tradicionais limitam-se a implementar essas normas, introduzindo pouco valor acrescentado, havendo pouca diferenciação entre as várias soluções. Por oposição, os Actores da Internet, usam plataformas desenvolvidas *inhouse* geralmente baseadas em *Open Source* que lhes dá uma grande agilidade de *first mover* no lançamento de aplicações inovadoras com custos marginais.

O Actor que conseguir aliar qualidade de serviço do tipo Telco com as potencialidades de inovação duma solução *inhouse* controlada por si e baseada em *Open Source*, estará em condições de alterar as regras do mercado a seu favor e daí tirar enormes vantagens competitivas.

4. Cenário: actor global especialista na oferta de (algumas) experiências de vida

Para um operador incumbente de média dimensão, um hipotético cenário seria o de se tornar um Actor com intervenção global, mas especialista em apenas algumas ofertas diferenciadoras. Neste cenário o operador estaria presente em toda a cadeia de valor (desde o terminal, serviços na rede e gestão de marcas) adoptando modelos de negócio de duas frentes. Para a frente do consumidor final (*downstream*) teria ofertas de pacotes de experiências de vida para um conjunto limitado de estilos de vida (e.g. mais relacionados com a cultura lusófona, incluindo o Brasil e África), com preços variados de acordo com o estilo e a capacidade financeira de cada um. Esta oferta seria continuamente enriquecida com as experiências de vida mais influentes e marcantes dos seus clientes usando o efeito de inteligência colectiva da rede. Da frente dos clientes comerciais (*upstream*) seriam oferecidos os meios para promover o encontro, entendimento e cooperação com a frente do consumidor final.

5. Princípios de acção

Nesta secção são propostas algumas acções para evoluir no sentido do cenário descrito atrás.

Princípios gerais: Cultura de *Startup*

O cenário descrito atrás irá exigir a adopção duma cultura de *Startup*, com uma monitorização permanente do mercado para antecipar novas oportunidades de negócio e uma atitude de *first mover* correndo riscos no lançamento de serviços disruptivos, cultivando a Cultura da criatividade e inovação da *Web* duma forma harmoniosa com a Cultura da Qualidade das Telecomunicações. Para concretizar esta atitude devem existir laboratórios de experimentações com pilotos de serviços para uma comunidade de clientes limitada e controlada e, simultaneamente, patrocinar

5 http://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria_dos_seis_graus_de_separa%C3%A7%C3%A3o
6 Já no final da escrita deste artigo a Vodafone anuncia uma nova estratégia com a campanha "*Power to You*"

e promover a participação activa em comunidades *Open Source* (e.g. Android).

Infra-estrutura
Será necessário efectuar uma reorganização dos activos do operador com destaque para:

> A recolha, armazenamento e processamento em tempo real (inferência por reconhecimento de padrões) de quantidades massivas de dados de clientes, e.g. CDR, duma forma eficiente e a custos mínimos;

> Funcionalidades de Comércio Electrónico e gestão de identidade;

> Expor a terceiros interfaces normalizadas dos seus recursos de modo a que organizações externas possam ligar os seus sistemas empresariais de TI e de comunicação;

> Suporte massivo e com custos marginais de funcionalidades de comunicação colaborativa integráveis nos processos de negócio dos clientes comerciais;

> Criação de um mercado de aplicações controlado pelo Actor com base nas API expostas para terceiros;

> Oferta e abertura aos utilizadores finais de um ambiente *user-friendly* de criação de *Mashups* de serviços *à la Web* 2.0;

> Oferta e abertura a cada cliente de um conjunto alargado de informação que o caracteriza (Informação de Contexto).

Tal como foi descrito na secção 3, o operador deverá usar soluções *inhouse* baseadas em *Open Source* que disponibilizem níveis de qualidade de serviço do tipo Telco. Nos casos em que são envolvidas componentes nucleares com potencial de *commodity*, e para estimular a adopção pelo mercado bem como partilhar custos, algum desenvolvimento pode ser feito em colaboração com uma comunidade *Open Source* patrocinada pelo operador.

Oferta retalhista (*downstream*): proporcionar experiências de vida
Será importante que sejam introduzidas modificações a vários níveis:

> Explorar as comunicações como meio de proporcionar experiências e estilos de vida, tal como foi descrito na secção 3;

> Focar na inovação em produtos base de comunicação pessoal e integráveis nos serviços online preferidos dos consumidores, exemplo: experiências de comunicação imersivas com música ambiente;

> Fornecer e gerir as redes domésticas e empresariais com os *gadgets* e decoração mais apropriados à experiência que se pretende proporcionar;

> Disponibilizar serviços de recomendação consciente do contexto e assistência de actividades reais: monitorização e assistência usando sensores e a inteligência colectiva da rede *à la Web Squared*. Exemplos: assistência de saúde com monitorização contínua dos sinais vitais, assistência infantil ou sénior com monitorização de actividades;

> Criar parcerias com actores como entidades de saúde, agência de viagens, organizadores de eventos, etc.

Em paralelo devem ser fornecidas ferramentas para o cliente controlar o relacionamento com os clientes comerciais da Oferta Grossista e, eventualmente com o próprio Actor, de modo a promover a proximidade e confiança com o consumidor final.

Oferta Grossista (*upstream*): promoção de encontros, entendimentos e cooperações
Tal como foi descrito na secção 3, devem surgir serviços que facilitem os relacionamentos entre clientes comerciais (*upstream*) e a vasta audiência de consumidores finais da oferta retalhista. Para o efeito, é fundamental construir ofertas completas de soluções de sistemas de apoio ao negócio disponibilizando funcionalidades de *Costumer Care*, Marketing, Autenticação e Segurança, *Business intelligence*, Facturação e Pagamentos, Monitorização e gestão em tempo real das actividades empresariais, etc; facilitar encontros entre consumidores e fornecedores através de sistemas de recomendação conscientes do contexto; permitir a integração de serviços de comunicação colaborativa nos processos de negócio dos clientes comerciais, exemplos:

> Integração de Comunicações Colaborativas nos processos de comércio electrónico e.g. sessões diárias entre restaurantes e mercados abastecedores para processos de selecção, negociação e compra;

> Integração de Comunicações colaborativas de *Contact Centers* com os processos de negócio das empresas e.g., sessões de divulgação de novos produtos/campanhas, assistência técnica/comercial, etc.

No apoio ao relacionamento entre cidadãos e governantes no âmbito de um Governo 2.0 inclui-se:

> Auditoria contínua e pública da aplicação dos impostos e execução do orçamento de estado;

> Medição e gestão da eficiência da administração pública;

> Monitorização do mercado para ajustar a educação pública e a formação laboral;

> Sessões Colaborativas com funcionalidades de Telepresença para entrevistas a desempregados pela segurança social, consultas médicas SNS, sessões de julgamento e depoimentos nos processos da justiça, assistência a pedidos de licenciamento urbano, etc..

Identificaram-se alguns potenciais casos de negócio:

> Promoção de encontros entre vendedores e consumidores onde o operador recebe uma percentagem sobre a transacção efectuada;

> Promoção do encontro entre autores e a sua audiência (consumidores de conteúdos) usando canais de distribuição como a Televisão, *Media Center* Doméstico ou Smartphone, com receita partilhada entre autor e fornecedor do canal de distribuição e outros serviços (facturação);

> Promoção de encontros entre turistas e operadores turísticos, fornecimento de serviços de assistência à viagem através de serviços *a la Web Squared* (informação turística usando funcionalidades de realidade aumentada, sugestões de visitas e actividades de acordo com o contexto e perfil do turista).

6. Conclusões

Neste artigo são feitas algumas propostas para os operadores incumbentes como a PT enfrentarem com sucesso as mudanças que actualmente assistimos no mercado das comunicações e da informação. Foram identificadas algumas oportunidades de negócio resultantes de potenciais alterações no ecossistema no mercado a partir do qual se desenhou um hipotético cenário: Actor Global mas especialista em apenas algumas ofertas diferenciadoras, com uma oferta retalhista de pacotes de experiências e estilos de vida mais relacionados com a cultura lusófona e uma oferta para os seus clientes comerciais de meios para promover o encontro, entendimento e co-

operação com a frente do consumidor final do negócio retalhista.

Este cenário irá exigir a adopção duma cultura de *Startup*, com uma monitorização permanente do mercado para antecipar novas oportunidades de negócio e uma atitude de *first mover* correndo riscos no lançamento de serviços disruptivos, cultivando a Cultura da criatividade e inovação da *Web* duma forma harmoniosa com a Cultura da Qualidade das Telecomunicações.

Referências

[1] http://www.telco2.net/manifesto/
[2] http://www.itu.int/ITU-D/ict/newslog/Skypes+Share+Of+The+International+Longdistance+Pie+On+The+Increase.aspx
[3] UPCASE (User Programmable Context-Aware Services), Paulo Chainho, João M. P. Cardoso, Diogo R. Ferreira, Revista Saber&Fazer Telecomunicações, Nº 6 2008
[4] http://www.intelligencecentre.net/2009/08/28/network-apis-moment-of-truth-are-there-revenue-opportunities
[5] http://www.telco2research.com/articles/AN_Voice-toolkit-linux-asterisk-openSER_full
[6] http://www.wired.com/threatlevel/2009/06/thomasfollow/
[7] http://www.telco2research.com/articles/AN_Google-Voice-3-key-threats_Full
[8] http://wave.google.com/help/wave/closed.html
[9] http://www.slideshare.net/ianstewartmtv/trends-for-the-future
[10] http://www.avguide.com/blog/spotify-the-freemium-future-music
[11] http://creativecommons.org/
[12] http://en.wikipedia.org/wiki/Open_source_governance
[13] http://en.wikipedia.org/wiki/Government_2.0
[14] http://blog.whatfettle.com/2009/06/22/etsi-2-0/
[15] http://rushkoff.com/books/open-source-democracy/
[16] http://www.web2summit.com/web2009/public/schedule/detail/10194
[17] http://www.oreillynet.com/pub/e/1358
[18] http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things
[19] http://cyber.law.harvard.edu/research/projectvrm
[20] http://en.wikipedia.org/wiki/Recommender_system

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

Telma Mota concluiu a Licenciatura e Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores na Universidade do Porto e tirou uma Pós-graduação em processamento de sinal na mesma Universidade. Ingressou na empresa TLP SA, onde realizou trabalho de planeamento e dimensionamento de redes de comutação digital, Redes Inteligentes e teletráfego. Desde 1994 que integra a PT Inovação e tem estado ligada às áreas de gestão e arquitecturas de Redes e Serviços; IN, evolução da IN, TINA, Parlay, IMS, TISPAN e MBMS, assim como às normas 3GPP que se dedicam a definir aspectos de estabelecimento de Sessões Multimédia, QoS, Mobilidade e *Multicast*. Mais recentemente tem-se dedicado mais às arquitecturas de serviços; OMA, SOA, Web 2.0. Participou em diversos projectos Europeus (Eurescom e IST); actualmente, é líder do C-CAST. Na PTIN é responsável pela secção Plataformas e Redes Multiserviço.

02

Scratch: Competências para um Futuro mais Criativo

palavras-chave:
Scratch, SAPO Kids, e.escolinhas, Magalhães, Programação, construcionismo, MIT

Este artigo aborda os princípios de funcionamento da Aplicação e do Portal para partilha de projectos Scratch, enquadrando a criação deste ambiente de programação pelo MIT Media Lab e a sua adaptação para o contexto SAPO Kids, endereçando o envolvimento da PT Inovação ao nível da tradução, desenvolvimento do portal e interface técnica com o MIT.

Fernando Milagaia

Fausto de Carvalho

Norma Magalhães
(Ponto C)

1. Introdução

Depois de constatar *in loco* como o acesso a computadores em rede transformou as vidas de crianças e suas famílias numa aldeia remota do Cambodja, Nicholas Negroponte lançou em 2002 a iniciativa OLPC – *One Laptop Per Child*, em torno da qual reuniu um núcleo de veteranos do *Massachusetts Institute of Technology*.

O objectivo principal deste projecto educativo foi a criação de um computador pessoal de baixo custo destinado a universalizar e democratizar a sua utilização por crianças em idade escolar, conceito este que tem entretanto vindo a ganhar momento em todo o mundo, inspirando programas tais como o e.escolinhas, baseado no computador Magalhães.

A iniciativa do MIT envolveu cientistas de renome, tais como Seymour Papert, pioneiro da Inteligência Artificial, criador da linguagem Logo e autor da teoria de aprendizagem Construcionista, e Alan Kay, pioneiro da programação orientada por objectos, dos sistemas gráficos baseados em janelas, do conceito de computador portátil e um dos criadores da linguagem *Smalltalk*.

Este contexto acabou por favorecer o aparecimento do Scratch, resultado do trabalho continuado de investigação e desenvolvimento do grupo *Lifelong Kindergarten* liderado por Mitchel Resnick no MIT *Media Lab* e apresentado publicamente em Maio de 2007.

Scratch é uma nova linguagem gráfica que tem por base as ideias do Logo, mas substitui a escrita de código pela abordagem *drag-and-drop* inspirada nos *Logo-Blocks* (linguagem de programação gráfica desenvolvida com o intuito de interagir e controlar motores e sensores utilizados em construções LEGO) e no *EToys* (ambiente de desenvolvimento e linguagem de programação orientada a objectos especialmente pensada para crianças, usada com fins educativos).

O ambiente Scratch estimula a manipulação de objectos multimédia e suporta actividades de programação atractivas para os adolescentes, que podem assim criar histórias animadas, jogos, apresentações interactivas e simulações. Esta criação pessoal de projectos permite aos jovens desenvolverem a lógica, o raciocínio e a capacidade de resolver problemas com autoconfiança, mais-valias na esfera mais ampla do seu quotidiano, incentivando ainda a abertura de horizontes por via da colaboração e entreajuda, através da partilha de projectos na Internet.

O Scratch começou a ser utilizado em Portugal pela mão de alguns professores que o adoptaram como ferramenta pedagógica no ensino de Matemática e Ciências Naturais ao nível do 2º ciclo, sendo de destacar o trabalho de dinamização conduzido pela Professora Teresa Martinho Marques, que elegeu a sua utilização como foco da sua tese de Mestrado e tem vindo a usar incansavelmente múltiplos eventos e recursos para divulgar a sua experiência de sucesso na abordagem "imagina-programa-partilha" do Scratch para o desenvolvimento da fluência tecnológica nos jovens e das competências ditas "para o século XXI", nomeadamente na resolução de problemas.

Desde Janeiro de 2009 o Scratch passou a estar disponível no universo SAPO Kids na sequência do estabelecimento de uma parceria formal entre a Portugal Telecom e o MIT para esta área.

2. Programação em Scratch

A acção dos projectos Scratch decorre numa metáfora de palco em que os actores são os *sprites*, objectos gráficos que vão sendo animados através das sequências de comandos que lhes estão atribuídas.

Cada *sprite* contém o seu próprio conjunto de imagens, sons, variáveis e comandos, o que permite a fácil exportação, reutilização e troca de *sprites* entre diferentes projectos.

O ambiente de desenvolvimento Scratch

Figura 1 – O ambiente de desenvolvimento Scratch

é uma aplicação (IDE) distribuída gratuitamente pelo MIT em binários para Windows e Mac OS X, existindo ainda uma versão experimental em Linux.

A programação propriamente dita é efectuada arrastando comandos da paleta (coluna mais à esquerda do IDE) para o painel de construção de blocos (coluna central) e encaixando-os como se fossem peças de um *puzzle*, criando assim blocos de comandos associados a uma dada tarefa ou comportamento.

O léxico do Scratch tem cerca de uma centena de comandos e inclui instruções para movimento relativo, posicionamento absoluto usando coordenadas cartesianas, transformação da imagem (rotação, escala e efeitos), animação de objectos (alternando entre imagens), gravação e reprodução de áudio, música (MIDI), utilização de caneta programável (ao estilo do LOGO), variáveis e funções matemáticas, para além de grupos de comandos mais especializados que permitem, por exemplo, a interacção com alguns sensores e motores (p.ex. LEGO® WeDo™) ou obter uma fotografia com a *webcam* USB.

Diferentes blocos de comandos podem ser executados simultaneamente, em paralelo, sem que o utilizador se aperceba da sua segmentação, independentemente de esses blocos pertencerem ou não ao mesmo *sprite*. O início da execução de um bloco de comandos pode ser despoletado por uma condição de controlo que é detectada de forma automática ou através de interacção explícita.

O utilizador pode seleccionar um ou vários comandos e investigar como se desenrola a sua acção no palco, sendo esta exploração facilitada pelo facto de a paleta de comandos, a área de edição de comandos e o palco estarem simultaneamente visíveis no IDE, proporcionando ao utilizador uma visão imediata de como os seus comandos são interpretados pelo computador.

Aqueles que se iniciam na programação sentem que, ao contrário das linguagens de programação tradicionais que implicam um grande esforço inicial de aprendizagem, a utilização do Scratch é extremamente intuitiva e divertida.

Os "*scratchers*" exprimem a sua criatividade e constroem com base na sua própria experiência, num ambiente acessível e divertido, arrastando peças de um lado para o outro do ecrã. O *feedback* é imediato e tangível, permitindo que os utilizadores mais jovens se concentrem nos processos e conceitos, estimulando assim o desenvolvimento das competências de análise, reflexão e tomada de decisões necessárias para a resolução de problemas.

3. Portal Scratch

Como complemento da aplicação, a equipa de Mitchel Resnick criou o portal *online* Scratch, para potenciar a aprendizagem colaborativa e dinamizar a comunidade, disponibilizando materiais de apoio em múltiplas línguas e permitindo aos utilizadores de todo o mundo a partilha de projectos.

Disponível no endereço http://scratch.mit.edu/ em pouco mais de dois anos o portal recebeu mais de 500 mil projectos publicados por mais de 80 mil utilizadores, contendo desde jogos a histórias de animação, simulações de experiências científicas e projectos de dança e música.

O portal Scratch pretende ser um exemplo de como as tecnologias *Web* podem promover a participação dos adolescentes e desenvolver as suas capacidades na cultura participativa do século XXI. E, na verdade, este portal não se limita a ser um ponto de partilha de projectos, podendo na sua essência ser classificado como a base de uma rede social de aprendizagem colaborativa para jovens programadores e para todos aqueles que se preocupam com as questões educativas. Para além de permitir que os utilizadores in-

Figura 2 – Portal Scratch

terajam comentando e discutindo os projectos uns dos outros, este portal vai muito mais além e permite que os utilizadores registados descarreguem livremente qualquer projecto e o alterem, podendo a nova versão (*remix*) ser igualmente partilhada no portal.

A possibilidade de descarregar projectos e reutilizá-los permite diferenciar este portal de outra qualquer comunidade de *User-Generated Content* (Flickr, YouTube, etc.).

A dinâmica assim criada fomenta a criatividade e a partilha de conhecimentos, ajudando os novos utilizadores a compreenderem a linguagem Scratch e desafiando os mais experientes para projectos cada vez mais complexos.

Para além de todas as funcionalidades e potencialidades visíveis, existe um trabalho continuado de aperfeiçoamento do portal. Questões como a autoria dos projectos, controlo de versões, remoção de conteúdos e comentários inapropriados ou ofensivos foram alvo de atenção, tendo sido introduzidos mecanismos de comunicação e controlo baseados em heurísticas.

Às ferramentas automáticas junta-se a observação contínua sobre a utilização do portal através de um grupo de moderadores, que regista os padrões de participação e redirecciona para a equipa de suporte e desenvolvimento todas as questões que necessitem de uma intervenção de segunda linha.

4. Scratch no SAPO kids

Os Programas e.escola e e.escolinhas, enquadrados pelo Plano Tecnológico lançado no final de 2005 pelo Governo português, visam promover o acesso à Sociedade da Informação e fomentar a info-inclusão, através da disponibilização de computadores portáteis e ligações à Internet de banda larga, em condições muito competitivas.

Esse contexto é reconhecido por muitos como um passo bastante importante para a transformação em realidade do sonho de um PC em cada casa e, dessa forma, catalisador para o aumento significativo da info-literacia e para um salto tecnológico do País, sendo assim determinante para o aumento de produtividade e competitivi-

Figura 3 – Tradução da linguagem Scratch

dade das novas gerações, à escala global.

Para além do seu envolvimento directo nos programas e.escola e e.escolinhas, a Portugal Telecom decidiu reforçar a sua aposta no desenvolvimento de conteúdos específicos para crianças e investir em ferramentas educativas que permitam aproximar pais e educadores dos mais jovens.

O portal SAPO Kids surgiu em Janeiro de 2009, tendo por base este paradigma de utilização de tecnologia e da Internet como meio de aprendizagem.

Trata-se de um espaço vocacionado para crianças dos 3 aos 12 anos, dotado de mecanismos de controlo parental e inteiramente dedicado a conteúdos lúdicos, pedagógicos e educativos, onde se incluem dicionários, histórias em formato áudio, aplicações interactivas e fórum de dúvidas, sendo que parte destes conteúdos advém de parcerias com outras entidades tais como a Porto Editora, a Escola Virtual e a Escola da Malta.

Portugal foi o primeiro país a ter um portal Scratch local na sua língua materna, fruto da aproximação formalizada durante o ano de 2008 e alicerçada no extenso trabalho desenvolvido pelo SAPO e pela PT Inovação, em estreita articulação com o MIT *Media Lab*.

A transposição do ecossistema Scratch para o contexto SAPO Kids endereçou múltiplos aspectos, desde a tradução cuidada e adaptação da aplicação IDE para o computador Magalhães até à recriação do portal Scratch e dos materiais de ajuda, tendo requerido um conjunto alargado e diversificado de competências e uma elevada entreajuda entre os vários intervenientes no processo, com especial relevo para a cooperação entre as equipas da PT Inovação e do SAPO.

A PT Inovação esteve envolvida neste projecto desde a sua génese, nomeadamente na exploração inicial do código fonte da aplicação Scratch (em *Squeak*, versão *open source* da linguagem de programação Smalltalk-80) de forma a adequar o *User Interface* à reduzida dimensão do ecrã do Magalhães.

Apesar de o Scratch 1.3 estar disponível desde o início em diversas línguas, incluindo Português, cedo ficou claro que era necessário um esforço suplementar de tradução e adaptação dos materiais de ajuda para Português europeu de qualidade. Esta linha de trabalho acabou por conduzir a uma colaboração intensa entre o MIT e a PT Inovação, que se reflectiu na versão 1.3.1, disponibilizada na altura do lançamento SAPO Kids, mas cujo impacto se prolongou para a resolução de problemas, correcções e opções introduzidas na versão 1.4, a versão actual entretanto disponibilizada durante o ano de 2009.

A tradução incidiu no *User Interface* da aplicação IDE, nos materiais de ajuda contextualizada *online* e *offline* e, não menos importante, na própria linguagem Scratch, tendo esta linha de actividade incluído igualmente a tradução e adaptação dos programas de instalação, para Windows e Mac OS X (além de suporte à criação de versão Linux Caixa Mágica para o computador Magalhães).

O desenvolvimento do portal SAPO Scratch (http://kids.sapo.pt/scratch) foi igualmente da responsabilidade da PT Inovação.

Embora inicialmente se perspectivasse a criação de uma réplica localizada do portal ScratchR do MIT, cujo código foi entretanto disponibilizado segundo licença GPL v2, as especificações SAPO Kids e a integração numa lógica de plataforma de um ISP conduziram à necessidade de alterações profundas em algumas áreas do portal original e à introdução de funcionalidades adicionais.

O portal está construído sobre a *framework open source CakePHP*, cuja arquitectura é baseada no paradigma *Model-View-Controller* (MVC) e o trabalho de programação centrou-se inicialmente na introdução de um novo desenho gráfico, seguindo a estrutura das páginas do portal original, de forma a minimizar o impacto ao nível da necessidade de criação/alteração de *Controllers*, código responsável pela interligação da camada de dados (*Model*) com a apresentação ao utilizador (*Views*).

O modelo MVC foi determinante para se conseguir reutilizar o código original e fasear a adaptação e o conjunto de desenvolvimentos complementares, cumprindo calendários bastante ambiciosos. Assim, paralelamente aos desenvolvimentos efectuados explicitamente para o portal SAPO,

Figura 4 – O portal SAPO Scratch

a PT Inovação continuou a seguir de perto os desenvolvimentos efectuados pelo MIT, nomeadamente através do acompanhamento sistemático do sistema de *tickets* do projecto ScratchR, mantendo uma cópia sincronizada do repositório SVN que permite avaliar a correcção de anomalias, incorporar novas funcionalidades relevantes para o portal SAPO e, não menos importante, actualizar a *applet* Java que permite correr os projectos no portal *Web*.

Na verdade, os requisitos SAPO conduziram a diversas alterações ao portal original que tiveram impacto a nível de todo o código e por isso a sincronização não pode ser automatizada, mas antes efectuada ficheiro a ficheiro, sendo frequentemente necessário adaptar o código desenvolvido pelo MIT.

Uma das diferenças mais profundas entre os dois portais é o sistema de registo e autenticação de utilizadores. Em vez de uma base de dados única para guardar toda a informação, o portal SAPO Scratch faz parte da federação de sites SAPO que utiliza *Single Sign-On* (SSO).

Esta funcionalidade levou à reescrita dos *controllers* de autenticação e à criação de mecanismos de ligação ao *middleware Shibboleth* utilizado pelo SAPO, implicando igualmente a adaptação do serviço de *File Upload*, usado para receber os projectos enviados pelos utilizadores a partir do ambiente de desenvolvimento.

A integração numa arquitectura operacional de ISP e a harmonização com o universo SAPO Kids conduziram ainda a todo um conjunto de actividades adicionais, nomeadamente ao nível da configuração e parametrização da Base de Dados, servidor *Web* e *Memcache*, para além do desenvolvimento de novo sistema de pesquisa, módulo de administração completamente remodelado, aperfeiçoamento do sistema de *Memcache* e implementação de diversos *feeds* RSS e JSON.

5. A dinâmica Scratch

O Scratch é uma ferramenta que potencia a criatividade individual e estimula competências para a resolução de problemas, contribuindo assim para o desenvolvimento educacional das novas gerações, suportado no acesso a novas tecnologias.

Há resultados animadores que podemos observar desde já: a opinião dos educado-

res envolvidos na utilização de Scratch no contexto escolar é unânime no reconhecimento do impacto positivo ao nível da maturidade e aproveitamento dos jovens alunos que se envolvem entusiasticamente na criação de projectos sobre os mais variados temas no contexto de actividades (voluntárias) dinamizadas através de clubes, blogues e eventos.

Os resultados serão mais claros a médio e longo prazo, quando forem evidentes os efeitos benéficos em termos de aumento de produtividade e competitividade da "geração e.escolinhas".

Esta aposta da Portugal Telecom no desenvolvimento de plataformas e conteúdos de qualidade para a formação de jovens, entretanto alargada a Cabo Verde, Angola e Moçambique, países de língua oficial portuguesa onde o SAPO Kids já está presente, dá ainda mais sentido à utilização da Internet enquanto ferramenta de aprendizagem e de acesso ao conhecimento.

A equipa *Lifelong Kindergarten* do MIT continua empenhada, tal como o SAPO e a PT Inovação, na promoção e evolução do Scratch, de forma a tornar a sua utilização ainda mais fácil, mais versátil e mais acessível, contribuindo para a visão da universalização da utilização de computadores por crianças em idade escolar como forma de tornar as gerações futuras cada vez mais aptas a triunfar, num futuro que depende da sua capacidade de pensar e agir criativamente.

Referências

[1] Resnick, M. (2007) "Sowing the Seeds for a More Creative Society", Learning and Leading with Technology, International Society for Technology in Education

[2] Marques, M. T. (2009) "Recuperar o engenho a partir da necessidade, com recurso às tecnologias educativas: contributo do ambiente gráfico de programação Scratch em contexto formal de aprendizagem", Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Lisboa

[3] Monroy-Hernández, A. (2007) "ScratchR: a platform for sharing user-generated programmable media", Massachusetts Institute of Technology

[4] Recursos diversos no portal Scratch/MIT, http://scratch.mit.edu

[5] Recursos diversos no portal Scratch/SAPO Kids, http://kids.sapo.pt/scratch

Fernando Milagaia é licenciado em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra. Iniciou-se profissionalmente no desenvolvimento de sistemas de informação para a educação e saúde. Em 2005 ingressou na PT Inovação onde trabalhou no âmbito do projecto IPTV Amora. Posteriormente esteve ligado ao projecto porTiVity, onde trabalhou na área dos serviços avançados de TV Interactiva em cenários de mobilidade para terminais tipo PDA. Actualmente integra o departamento IAD2 onde trabalha na área das Aplicações Colaborativas e Serviços 2.0, nomeadamente na implementação de demonstradores para o projecto Europeu Games@Large, na concepção de aplicações para as novas plataformas móveis e no desenvolvimento de novas soluções para a linguagem de programação educacional Scratch.

Fausto de Carvalho é licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. O seu percurso no CET e PT Inovação está especialmente ligado à área da Interactividade e dos Serviços e Tecnologia Multimédia, incluindo a participação em múltiplos projectos de I&D nacionais e internacionais. Depois de um profundo envolvimento na introdução do serviço IPTV Meo, é actualmente responsável pela divisão de Aplicações Colaborativas e Serviços *Web* 2.0, área de Investigação Aplicada e Difusão de Conhecimento, explorando e demonstrando novas tecnologias, conteúdos e aplicações emergentes, nos mais diversos contextos de convergência, conectividade e mobilidade da Internet do futuro.

Norma Magalhães, licenciada em Tecnologias de Informação e Comunicação pela Universidade de Aveiro. A sua actividade na PT Inovação teve início com um estágio curricular no âmbito das Comunidades de Aprendizagem Distribuída, acolhido pela equipa Formare. Posteriormente, prosseguiu em estágio profissional orientado ao tema Personalização no LMS Formare. Ensino a Distância, Comunidades de Aprendizagem, *e-learning* e *Web* 2.0 constituíram as áreas de investigação e de orientação na concepção do projecto mencionado. Actualmente, enquanto colaboradora da Ponto C, está integrada no departamento IAD2, encontrando-se a trabalhar no desenvolvimento de aplicações de natureza colaborativa, no âmbito da Web 2.0.

03

Aplicações e Conteúdos Pessoais em Redes Sociais

palavras-chave:
Android, Aplicações, Mobilidade, *Locative Media*, *User-Generated Content*, Georreferenciação, Web 2.0, Redes Sociais, Realidade Aumentada

José Albergaria

Paulo Reis

Fausto de Carvalho

Os novos formatos e serviços *Web* 2.0, fortemente assentes em Redes Sociais e em *mashup de User-Generated Content* georreferenciado, motivam o aparecimento de oportunidades em torno de toda uma geração de aplicações constituídas por redes cooperativas de serviços de dados, em cenários convergentes e contextos de mobilidade.

Com os terminais mais versáteis e os programas ligados permanentemente à Internet, as aplicações são cada vez menos consideradas meras peças de *software*, mas antes componentes evolutivas dos serviços, funcionalidades autónomas englobadas em sistemas fortemente descentralizados.

Este artigo caracteriza este enquadramento, instanciando-o para trabalhos de experimentação em curso sobre a plataforma Android no contexto do desenvolvimento do protótipo 2Gather.

1. Introdução

A tecnologia avança rapidamente para uma omnipresença no nosso dia-a-dia, independentemente da nossa localização, do terminal e do meio físico que nos permite ligar à grande rede. Quase sem darmos conta, o papel privilegiado e quase exclusivo do computador no acesso aos *media*, à participação em redes e a aplicações interactivas em geral foi-se estendendo naturalmente a outros tipos de terminais, cada vez mais versáteis em termos de dimensões, autonomia e forma de acesso.

As implicações da célebre Lei de Moore [1] são claramente um dos factores mais importantes nesta evolução, mas é óbvio um impulso social, vindo da massa humana: o utilizador final, que incorporou na sua rotina uma série de serviços sustentados nas possibilidades da rede global, "empurrou" a tecnologia para que esta os disponibilizasse de forma mais ubíqua.

As possibilidades de desenvolvimento de aplicações têm crescido, a par das capacidades técnicas dos terminais móveis, que vão desvanecendo o mito da experiência pobre em termos de *input/output*.

Os produtos finais são sofisticados, quer na forma como são concretizados fisicamente, quais adereços de *prêt-à-porter*, quer na sua interface com o humano.

Entre as funcionalidades dos terminais portáteis e pessoais, nota-se uma clara evolução nas formas de conectividade e localização. As actividades anteriormente limitadas a um particular *locus* geográfico, neste momento extravasam para virtualmente qualquer sítio onde exista conectividade. As dinâmicas de trabalho (cada vez mais livres) e até de entretenimento, tem sofrido alterações à luz deste padrão evolutivo na tecnologia. Particularmente no consumo de media pelo utilizador final, é maior do que nunca a oportunidade para acrescentar valor a diversos serviços existentes, bem como para criar novos serviços baseados na localização do utilizador e dos conteúdos.

2. *Locative Media*

O termo *"Locative Media"*, normalmente traduzido em português para "*media* localizado" refere-se à componente de localização, mais ou menos exacta, associada a um pedaço de informação. No sentido lato da definição, podemos encontrar vários exemplos sem qualquer conotação tecnológica: qualquer placa informativa de um estabelecimento comercial, ou letreiro com um aviso, até uma representação pictórica inscrita numa gruta do Paleolítico representa, por si só, um *media* localizado.

A atribuição de um espaço associado a um *media* é natural na comunicação e existente desde há muito. Porém, este conceito ganha algum impulso no contexto tecnológico e social actual: os *media* digitais.

Ainda que se possa atribuir um *locus* geográfico aos *media* mais clássicos (explicitamente, colocando-os num local; implicitamente, tornando o local parte da mensagem), a verdade é que a tecnologia nos facilita o acesso à informação de localização: dos emissores e receptores de mensagens, das mensagens e dos próprios *media*.

Mais importante: a tecnologia permite-nos cruzar e contextualizar todos esses dados de forma simples e automatizada, e criar cenários comunicacionalmente ricos. Tornou-se banal transmitir um dado conteúdo personalizado para um receptor em particular através de um media que lhe esteja próximo.

A noção de localização dos emissores/receptores num media pode existir em 3 formas não mutuamente exclusivas:

> **Presença**: o *media* tem noção se um ou mais elementos (tipicamente, receptores) estão presentes;

> **Posição**: o *media* sabe onde o emissor/receptor está localizado;

> **Direcção**: mais dinamicamente, o *media* sabe para onde se dirige o emissor/receptor.

Particularmente no caso da posição, importa referir que esta noção pode existir de uma forma absoluta, por exemplo valores numéricos num eixo de coordenadas, mas a noção de posição pode existir também de uma forma relativa, algo como "A está próximo de B" em vez "A está em (X,Y)", bem como sobre a forma de "lugar", uma localização com um significado particular – A está no lugar C. [2]

Se reflectirmos particularmente sobre o caso dos *media* baseados na *Web*, historicamente descentralizada e intrinsecamente capaz de esbater distâncias geográficas, podemos encontrar vários exemplos que sugerem estar a acontecer uma mudança de paradigma: a descentralização total está a evoluir para um acesso contextualizado aos *media*.

Várias situações concretas como a crescente utilização de SIG (Sistemas de Informação Geográfica) e serviços de mapas, a criação de formatos de *metadata* para georreferenciação e o *geocoding* (isto é, a tradução entre um dado nome/sítio na *Web* e coordenadas geográficas) impulsionam esta mudança de atitude e crescente necessidade, muitas das vezes por pressão do utilizador final, ao assumir papel de publicador.

O *User-Generated Content* acaba por ser um dos principais catalisadores desta tendência. A necessidade sentida pelos utilizadores finais leva a que faça todo o sentido criar-se uma noção de localização em alguns dos *media* publicados na *Web*.

Desde o mapeamento de redes sociais (voluntário, claro), passando pela georreferenciação de fotos/vídeos/textos publicados, até à criação de novos serviços baseados nas novas perspectivas abertas pela noção de co-localização, a *Web* caminha para uma presença ubíqua e contextualizada na rotina diária dos seus utilizadores, tanto enquanto indivíduos como no contexto dos grupos e redes sociais em que se inserem.

Para além de o utilizador poder ter um papel activo na noção de localização, a tecnologia actual permite-nos obter essa informação de forma autónoma, transparente e com diversos graus de precisão. Tecnologias como GPS (*Global Positioning System*), *tags* RFID (*Radio Frequency IDentification*), *Bluetooth* ou a triangulação GSM (*Global System for Mobile communications*) permitem-nos obter noções de presença, posição e direcção, utilizando terminais e equipamento que já fazem parte do nosso dia-a-dia.

3. Aplicações móveis e pessoais

Os terminais monocromáticos, *single-band* e apenas com funcionalidades básicas de telefonia parecem, cada vez mais, tecnologia de um passado distante. Actualmente, é comum pensarmos em *smartphones* com capacidade de armazenamento na ordem do *Gigabyte*, conectividade HSDPA (*High-Speed Downlink Packet Access*), Wi-Fi e câmaras fotográficas com vários *Megapixel*.

A evolução das características técnicas fez com que os telemóveis deixassem de ser terminais dedicados à telefonia para passarem a desempenhar múltiplos papéis:

> *Internet Devices*, evoluindo do primitivo WAP (*Wireless Application Protocol*) até a experiência actual, próxima da que se obtém num computador pessoal;

> PDA (*Personal Digital Assistant*) cada vez mais completos, interagindo com ferramentas de e-mail, lista de contactos e gestão de calendário;

> *Media players* (imagem, som e vídeo, para reprodução e também para aquisição);

> Terminais lúdicos, permitindo jogos elaborados baseados em sensores, e.g. acelerómetros.

Paralelamente a estas funcionalidades *out-of-the-box*, a proliferação de sistemas operativos móveis de grande sucesso (Symbian, iPhone OS, Blackberry OS, Windows Mobile, Palm Web OS, BREW ou Android), bem como os respectivos SDK (*Software Development Kit*) que abriram as portas ao desenvolvimento de aplicações por parte de terceiros, permitiu que as funcionalidades dos terminais fossem expandidas com novo *software* que explora o *hardware* até aos limites. De facto, desde o mais universal J2ME (*Java platform Micro Edition*) até aos SDK de sistemas operativos mais actuais, as aplicações nos terminais móveis e pessoais tem vindo a tornar-se cada vez mais poderosas. Aproveitando a maior conectividade, maior capacidade de processamento e capacidade de localização, os telemóveis têm vindo a aproximar-se (até em qualidade) a alguns terminais dedicados como unidades de GPS, leitores de áudio digital ou consolas de jogos portáteis.

Na relação com o utilizador, a evolução também é bastante notória. As interfaces gráficas tentam tirar partido dos ecrãs policromáticos e com resoluções cada vez maiores, bem como da cada capacidade de processamento, para serem cada vez mais ricas, apelativas e intuitivas. As formas de interacção também tentam acompanhar a evolução, estando bastante em voga as interfaces por toque, sem recurso a estiletes. Mais do que isto, o artefacto "telemóvel" também mudou bastante: estes tentam ser, actualmente, quase como objectos de moda. Os fabricantes criam telemóveis que se conjuguem com o traje do utilizador, como se de um adereço se tratasse.

Toda esta evolução tem vindo a acrescentar valor aos terminais e a valorizar ainda mais os aspectos associados à contextualização e localização. Particularmente na relação com o utilizador, o valor intrínseco dos terminais aumentou e é notória uma evolução de "apenas um terminal" para "o dispositivo" que acompanha o utilizador no dia-a-dia, que é personalizado, que tem a sua informação pessoal e que é um ponto de contacto com a sua família, com os seus amigos, com a sua empresa, com as suas redes de contactos, com o seu mundo. Exemplos como o *slogan* da HTC para um dos seus recentes terminais Android ("*Be brave, be yourself*") salientam a cada vez mais óbvia viragem no conceito de terminal móvel para terminal pessoal.

4. A plataforma Android

A estagnação no mercado motivou a busca de novos estímulos ao negócio dos terminais móveis. Esses incentivos passaram pela modernização e desenvolvimento tecnológico dos telemóveis, introduzindo novas e melhores peças de *hardware*. Fruto desta evolução, a classe de equipamentos que tipicamente apenas permitia um acesso precário à Internet é agora capaz de calcular a nossa posição no globo, aceder a mapas *online*, transferir vídeos e fotos para as nossas redes sociais e interagir com o utilizador através de ecrãs de qualidade e dimensões confortáveis.

É neste contexto que surge o Android, uma plataforma *Open Source*, que usa todo o poder dos novos terminais e coloca nas mãos dos programadores e utilizadores o futuro das telecomunicações móveis. O Android é um *stack* de *software* para terminais móveis composto por sistema operativo, *middleware* e aplicações. Tem como objectivo disponibilizar uma plataforma aberta e flexível para um rápido desenvolvimento de aplicações, quer pela comunidade de utilizadores, quer pelas empresas que encontrem no mercado móvel uma oportunidade de negócio. O Android foi concebido e desenvolvido no seio da Open Handset Alliance, um consórcio constituído por operadoras, empresas de *software*

e *hardware*, liderado pela Google e direccionado para o desenvolvimento, incluindo HTC, Intel, Motorola, Qualcomm, Texas Instruments, Samsung, LG, T-Mobile e Nvidia, entre outras.

O primeiro *smartphone* a utilizar esta plataforma foi o HTC G1, colocado no mercado pela T-Mobile. Após o lançamento comercial do G1, no final de 2008, têm vindo a ser introduzidos no mercado outros terminais Android como o Samsung Galaxy ou o HTC Magic – o primeiro a ser disponibilizado pela TMN em Julho de 2009 (figura 1).

Paralelamente ao lançamento do G1 foi disponibilizado para *download* gratuito um SDK para desenvolvimento de aplicações por terceiros, tendo pouco tempo depois sido criado o "Android Market", uma *Application Store* para promover e comercializar as aplicações Android.

Na base da arquitectura Android [3] está um *kernel* Linux V2.6 que assegura a gestão da memória física, processador, interfaces de rede e outros aspectos de *hardware*. Funciona também como uma camada de abstracção entre as várias implementações de *hardware* e a pilha de *software*. O *framework* inclui bibliotecas em C/C++ que expandem o *kernel* Linux com todas as funcionalidades de que as aplicações necessitam, tais como os motores de gráficos 2D/3D, *rendering*, acesso a base de dados, *parsing* XML (*eXtensible Markup Language*) e gestão de multimédia.

No centro da plataforma encontramos a DVM (*Dalvik Virtual Machine*), uma JVM (*Java Virtual Machine*) modificada. A DVM utiliza código Java produzido num IDE (*Integrated Development Environment*) típico (ex. Eclipse) e, usando uma ferramenta de conversão, agrega as várias classes que compõem uma aplicação num único ficheiro com extensão .dex (*Dalvik EXecutable*). A ferramenta de conversão, "dx", elimina redundâncias e estrutura a informação no ficheiro .dex, que, em conjunto com a arquitectura da DVM, optimiza a utilização da memória e processador no terminal.

As bibliotecas em C/C++ e todas as suas funcionalidades estão disponíveis através da *Application Framework*. Os serviços expostos passam por controlo da telefonia, localização, acelerómetros, base de dados, comunicação entre aplicações, gráficos e *media*. No topo da pilha encontramos as aplicações fornecidas de raiz com a plataforma, entre as quais podemos encontrar um *browser,* uma aplicação para gestão de contactos, acesso ao Youtube e aplicações de gestão do *software*. A Figura 2 mostra os componentes mais importantes da pilha e a sua organização.

Figura 1 – HTC Magic

O desenvolvimento de novas aplicações é efectuado com recurso à API (*Application Programming Interface*) que acompanha o SDK disponibilizado pela Google. A API Android usa uma implementação do J2SE (*Java platform Standard Edition*) disponibilizada pelo *Apache Harmony*. Esta implementação *Open Source* do J2SE não está especificamente desenhada para ambientes móveis, pelo que a *Open Handset Alliance* adaptou a API, optimizando o *footprint* através da redução do conjunto de funcionalidades empacotadas na API *Harmony,* mas estendendo a API com ferramentas específicas para o ambiente Android. Assim, da API Harmony ficaram as classes de tratamento de *strings*, segurança, *input/output*, estruturas de dados, classes matemáticas, controlo de *threads* e acesso à Internet. A API é complementada com classes direccionadas para o controlo e grafismo das aplicações Android, gestão dos serviços de telefonia, localização, sensores de posição e aceleração, multimédia e acesso à base de dados SQLite. Existem também classes para aceder directamente as funcionalidades da DVM para optimizações de execução ou *debugging*.

Para além da API, o SDK contém um conjunto de ferramentas que permitem a instalação, *debug* e monitorização das aplicações. O SDK inclui ainda um emulador que pode ser usado para testar e optimizar as aplicações antes de serem instaladas directamente nos terminais. Está também disponível para *download* o ADT (*Android Development Tools*), um *plug-in* para Eclipse, que possibilita o desenvolvimento, instalação e *debug* das aplicações com a mesma facilidade com que desenvolvemos uma simples aplicação *desktop*.

O Eclipse é o IDE recomendado pela Google, ainda que estejam disponíveis ferramentas que podem ser utilizadas para empacotar, instalar e testar aplicações desenvolvidas noutros IDE.

5. Protótipo 2Gather

O ecossistema Android apresenta um conjunto alargado de vantagens que potencia trabalho exploratório em torno de novas abordagens e conceitos de aplicações móveis e pessoais. Em particular, aspectos como a capacidade de georreferenciação

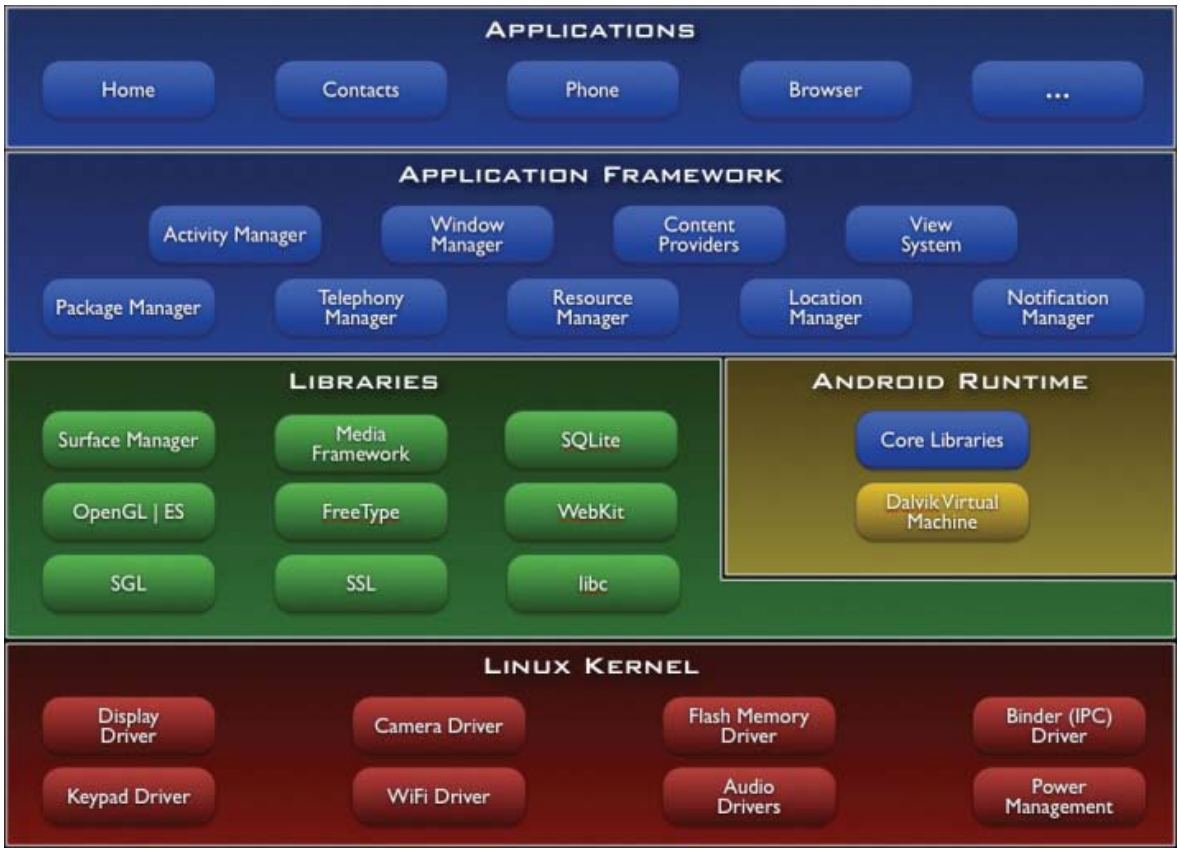

Figura 2 – Plataforma Android

dos terminais, a integração facilitada com o Google Maps, a clara vocação para geração e partilha de *User-Generated Content*, assim como toda a dinâmica em torno da comunidade de desenvolvedores, fazem com que a plataforma Android permita uma experiência de utilização adequada para a introdução de Aplicações Móveis e Pessoais baseadas em *Locative Media*. Surgiu assim o enquadramento adequado para a criação de um protótipo nesta área: a aplicação 2Gather.

2Gather é (o nome provisório de) uma aplicação que se baseia fortemente na georreferenciação de *User-Generated Content* e permite aos seus utilizadores partilharem dois tipos de conteúdos:

> *Gathering Points*, locais que o utilizador quer destacar perante os outros co-utilizadores da aplicação: pretende-se que não sejam apenas simples pontos de interesse assinalados numa dada localização, mas que também tenham associada uma dada data e hora, seja um evento ou simples encontros de amigos;

> Multimédia concretizada sobre a forma de fotos ou vídeos, associada a um mecanismo expedito de partilha de conteúdos criados no "instante", tirando partido das câmaras dos terminais, da sua conectividade e capacidade de georreferenciação.

A arquitectura 2Gather inclui um ambiente móvel, com a aplicação cliente a correr num telemóvel Android e um ambiente *Web*, que para além do cliente inclui igualmente o suporte de *backoffice*. O ambiente de *backoffice* permite a gestão de utilizadores, *Gathering Points,* grupos e multimédia. A plataforma *Web* mantém uma base de dados dos utilizadores e *Gathering Points*, com a respectiva informação georreferenciada, assim como toda a *metadata* associada à multimédia. O armazenamento dos *bits* e *bytes* dos vídeos e fotos recorre a repositórios disponíveis na *Web*: na versão inicial do protótipo é utilizado o Youtube para armazenamento de vídeos (aproveitando a existência de um cliente Youtube pré-instalado no Android) e o Flickr para guardar as fotos. O processo de *upload* a partir do cliente entrega toda a multimédia ao servidor *Web*, para que possa ser efectuada a catalogação e o envio para a conta adequada nos vários repositórios disponíveis. Numa fase seguinte, o acesso a estes repositórios irá beneficiar com a integração de um IdP (*Identity Provider*), que permite a gestão de múltiplas "personalidades".

Uma aplicação Android é organizada em múltiplas actividades, i.e. interfaces, acções e serviços. O cliente 2Gather baseia-se em dois módulos (*services*), um para formatação e *upload* da multimédia e outro para interface com a plataforma *Web*. Estas actividades funcionam em *background* e são usadas pelas actividades que suportam a interacção com o utilizador. Adicionalmente existem actividades visíveis que estendem a *classe View* para interagirem com o utilizador, mostrando toda a informação georreferenciada, permitindo ainda a configuração da aplicação, visualização de multimédia e gestão de grupos. Esta aplicação cliente é fortemente baseada na API de Mapas (Google Maps), recorrendo a esta como base para grande parte da interface de utilização.

A figura 3 inclui capturas preliminares efectuadas no emulador de desenvolvimento. Na imagem da esquerda são mostrados os marcadores (*pinpoints*) no mapa, que indicam *Gathering Points* marcados para uma data próxima, na área que o utilizador está a visualizar. A dimensão destes varia consoante a afluência de utilizadores, permi-

Figura 3 – 2Gather: capturas preliminares (emulador)

tindo uma percepção rápida dos fluxos numa dada região. Inicialmente o mapa centra-se na localização real do utilizador, recorrendo às diversas tecnologias de localização fornecidas pelo dispositivo, permitindo também que este aceda e consulte outras localizações, navegando no mapa propriamente dito ou utilizando uma pesquisa.

A imagem central da Figura 3 apresenta o ecrã de informação adicional acerca de um evento. Com um clique (ou *tap*, na gíria dos terminais móveis) sobre um qualquer *pinpoint*, a aplicação mostra ao utilizador os seguintes detalhes:

> Nome do *Gathering Point*;

> Data e hora associada ao mesmo;

> Utilizadores associados que este conhece (identificando-os com o nome e *avatar*);

> Total de utilizadores presentes que não fazem parte da rede social do mesmo;

> Multimédia associada ao evento.

O botão "*Join*" no fundo deste ecrã permite que o utilizador facilmente se "junte" ao *Gathering Point*. Assim, este passará a aparecer na lista de utilizadores que o irão frequentar, sendo identificado (perante a sua rede de contactos) ou contando apenas como um incremento ao número de "interessados" (para o resto dos utilizadores).

Por fim apresenta-se o protótipo da interface para criar um novo *Gathering Point*, que surgirá como opção quando o utilizador fizer *tap* num qualquer ponto vazio do mapa. Esta interface permitirá rapidamente adicionar um *Gathering Point* no mapa, com informação como nome, data, hora e multimédia associada, ao qual os outros utilizadores poderão facilmente associar-se.

O desenvolvimento deste protótipo tem vindo a decorrer durante o segundo semestre de 2009, em parceria com a Ubiwhere.

6. Conclusões

No mundo digital dos nossos dias, as Redes Sociais já se afirmaram claramente como um fenómeno bastante mais profundo do que uma mera moda passageira e por entre a miríade de aplicações *Web* 2.0 disponíveis vão ganhando destaque abordagens colaborativas como p.ex. o Dopplr [4] (aquisição recente da Nokia), um serviço para turistas baseado em *User-Generated Content* relativo a cidades de todo o mundo, incluindo sugestões de restaurantes, bares, hotéis, etc.

A possibilidade de correlacionar *locative media* com informação de posição relativa a vários indivíduos de um mesmo grupo, sejam familiares, comunidades, grupos de amigos ou colaboradores de uma mesma empresa, faz surgir novos conceitos e formatos de serviço cujo impacto na forma de comunicar irá muito para além do que é possível sequer especular-se.

Outra tendência clara é a afirmação do telemóvel como o terminal pessoal que acompanha o utilizador no seu dia-a-dia, o ponto de contacto personalizado com a sua família, amigos, empresa, redes de contactos, o seu mundo, os seus conteúdos, as suas aplicações. E surgem assim novos requisitos e desafios: a gestão de identidades emerge como funcionalidade crucial; a realidade aumentada dá já os primeiros passos, através de produtos como o *browser* Layar [5], que sobrepõe *layers* de *metadata* sobre a imagem de vídeo obtida pela câmara em tempo real, afigurando-se como uma evolução natural para o protótipo 2Gather.

O investimento profundo em *know-how* sobre plataformas de programação como o Android e similares é fundamental para se alcançar a versatilidade e o dinamismo que a envolvente impõe, bem como para permitir a introdução das funcionalidades avançadas que sustentarão os futuros novos serviços e aplicações móveis pessoais. A nossa aposta irá certamente prosseguir nessa direcção, rumo ao futuro.

Referências

[1] MOORE, Gordon. "Cramming more components onto integrated circuits", Electronics vol. 38 [on-line]. New York City, NY – USA: McGraw-Hill, 1965 [consultado a 18 de Setembro de 2009] ftp://download.intel.com/museum/Moores_Law/Articles-Press_Releases/Gordon_Moore_1965_Article.pdf

[2] NOVA, Nicolas. "Locative Media: a literature review", CRAFT Research Report 2 [on-line]. Lausanne – Suisse: École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2004 [consultado a 18 de Setembro de 2009] http://craftwww.epfl.ch/research/publications/CRAFT_report2.pdf

[3] GOOGLE. "What is Android?" [on-line]. Mountain View, CA – USA: Google Inc., 2009 [consultado a 18 de Setembro de 2009] http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html

[4] DOPPLR. "Nokia acquires Dopplr" [oline]consultado a 2 de Outubro de 2009] http://www.nokia.com/press/press-releases/showpressrelease?newsid=1344044

[5] LAYAR. "Layar Reality Browser" [on-line] [consultado a 2 de Outubro de 2009] http://layar.com/

José Albergaria é licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Inicialmente colaborou com a PT Inovação como bolseiro, tendo participado em vários Projectos Europeus na área de Serviços, Contexto, IMS (IP *Multimedia Subsystem*), MBMS (*Multimedia Broadcast Multicast Service*) e Redes Móveis. Actualmente é colaborador da PT Inovação, no departamento IAD – Investigação Aplicada e Difusão do Conhecimento, onde se dedica principalmente ao estudo e desenvolvimento de aplicações para a plataforma Android.

Paulo Reis é licenciado em Novas Tecnologias da Comunicação pela Universidade de Aveiro. Iniciou o seu percurso profissional na PT Inovação com um estágio curricular subordinado ao tema "Aplicações para Televisão Interactiva", seguido de estágio profissional com a temática "IPTV: Interfaces e Interacção". Após um forte envolvimento no desenvolvimento de aplicações e na costumização de *User Interface* da plataforma comercial Meo, actualmente é colaborador da PT Inovação na direcção de Investigação Aplicada e Difusão de Conhecimento, onde investiga novos paradigmas de interacção e novos cenários na área das Aplicações Colaborativas, Enterprise 2.0 e Aplicações Móveis.

Fausto de Carvalho é licenciado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. O seu percurso no CET e PT Inovação está especialmente ligado à área da Interactividade e dos Serviços e Tecnologia Multimédia, incluindo a participação em múltiplos projectos de I&D nacionais e internacionais. Depois de um profundo envolvimento na introdução do serviço IPTV Meo, é actualmente responsável pela divisão de Aplicações Colaborativas e Serviços *Web* 2.0, área de Investigação Aplicada e Difusão de Conhecimento, explorando e demonstrando novas tecnologias, conteúdos e aplicações emergentes, nos mais diversos contextos de convergência, conectividade e mobilidade da Internet do futuro.

04

Optimização de serviços e conteúdos através de informação de contexto

palavras-chave:
Gestão de informação de contexto, Sugestão de conteúdos, Entrega de conteúdos, Optimização de recursos, Serviços *multicast*, QoS (Qualidade de serviço), QoE (Qualidade de Experiência), Redes próxima geração, C-CAST

Nuno Carapeto

Filipe Cabral Pinto

António Videira

João Gonçalves

Telma Mota

Actualmente, a competitividade dos operadores centra-se cada vez mais na melhor, mais variada e mais eficiente entrega de conteúdos e serviços, que permita simultaneamente a maximização da experiência do utilizador e a optimização de recursos de rede. Incorporar na sugestão de conteúdos toda uma arquitectura diagonal de gestão de informação de contexto, impulsiona a construção de novos serviços personalizados, ambiciosos e atraentes para comunidades de utilizadores.

A integração de informação de contexto do cliente, ambiente, terminal, operador e rede resulta no agrupamento de utilizadores com interesses e circunstâncias comuns e que leva à partilha de fluxos *multicast*, à adaptabilidade das redes e ao aumento da escalabilidade e funcionalidade de todo o sistema.

Tendo em conta que a PT Inovação detém a quase exclusividade no fornecimento de produtos e serviços relacionados com a entrega de conteúdos, este artigo concentra-se em disseminar os avanços produzidos pelo projecto europeu C-CAST do 7º programa quadro liderado pela PT Inovação e em realçar os impactos das duas arquitecturas nele definidas, para gestão de contexto e entrega de conteúdos, nas redes de próxima geração da Portugal Telecom.

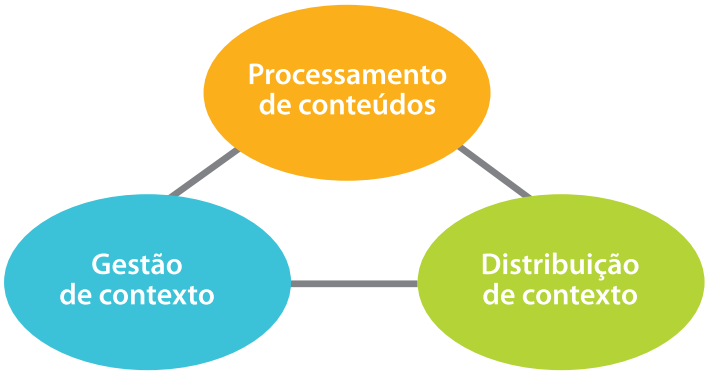

Figura 1 - Visão conceptual da arquitectura de entrega de conteúdos multimédia baseada em contexto

1. Introdução

Nos anos mais recentes a área relacionada com o mundo dos sensores tem sido amplamente desenvolvida, abrindo as portas para um mundo onde quase tudo é conhecido. Actualmente, existe a mais variada panóplia de sensores (e.g. detectores de movimento, medidores de temperatura, detectores de chuva). As informações disponibilizadas pelos sensores permitem a construção de modelos que podem ser utilizados por sistemas evoluídos de conhecimento.

A definição do contexto, em sentido lato, pode ser considerada como o conjunto de informação usada para melhorar a eficiência de um sistema. Significa isto que os novos sistemas e serviços emergentes podem usar a informação de contexto para desempenhar as suas tarefas de forma mais precisa. Actualmente, existe já uma ligação entre o contexto e os sistemas de redes móveis. Um grande número de serviços utiliza informações de contexto relacionadas com o cliente a fim de lhe fornecer informações mais precisas.

Exemplos típicos são serviços baseados em localização, tais como "encontrar a farmácia mais próxima" ou "onde estou?". Mas serviços mais complexos estão já planeados. O uso de *mashups* é útil para criar serviços inovadores ligando mundos diferentes, tornando-os personalizados através da utilização de informações de contexto.

Esta informação permite a criação de comunidades que pretendem obter a mesma informação: todos os visitantes do museu de arte contemporânea pretendem obter a descrição dos quadros que estão a ver; as pessoas na estação com certeza estarão interessadas em saber os atrasos dos comboios. O projecto ICT C-CAST [1] tem vindo a explorar a utilização de informação de contexto em serviços de entrega de conteúdos a grupos de utilizadores. Desta forma, o projecto C-CAST dá um salto gigante para a criação da famosa *killer application* e possibilita a sua viabilidade económica através da distribuição em massa usando tecnologias de *multicast* e *broadcast*.

Pretende-se com este artigo descrever os métodos que permitem uma optimização de serviços e conteúdos através de informação de contexto na entrega de conteúdos em redes convergentes [2].

A sua estrutura está dividida da seguinte forma:

> Na secção 2 é feita uma descrição geral do projecto C-CAST e da sua arquitectura;

> Na secção 3 é apresentado o protótipo que está em desenvolvimento e os principais resultados já obtidos;

> A secção 4 apresenta o impacto deste projecto nos negócios do grupo PT;

> Por último na secção 5 são apresentadas as principais conclusões.

2. Descrição do sistema ou solução

Com o objectivo de evoluir serviços multimédia sobre tecnologia *multicast* e dinamizar a integração de dispositivos e telecomunicações móveis com o ambiente em que hoje vivemos, surgiu o projecto C-CAST.

Utilizadores com o mesmo contexto ou contexto semelhante pretendem obter a mesma informação e por isso são agrupados de forma a optimizar a entrega dos conteúdos através de serviços *multicast*. O projecto C-CAST foca-se em três aspectos essenciais desta temática que se encontram na figura 1.

2.1. Estrutura de gestão de contexto

A estrutura de contexto é caracterizada por definir processos para aquisição, gestão e disponibilização de contexto. Assim, os vários processos são classificados como sendo produtores ou consumidores (alguns podem ser ambos) de contexto de acordo com as tarefas que realizam. No centro de tudo está um gestor de contex-

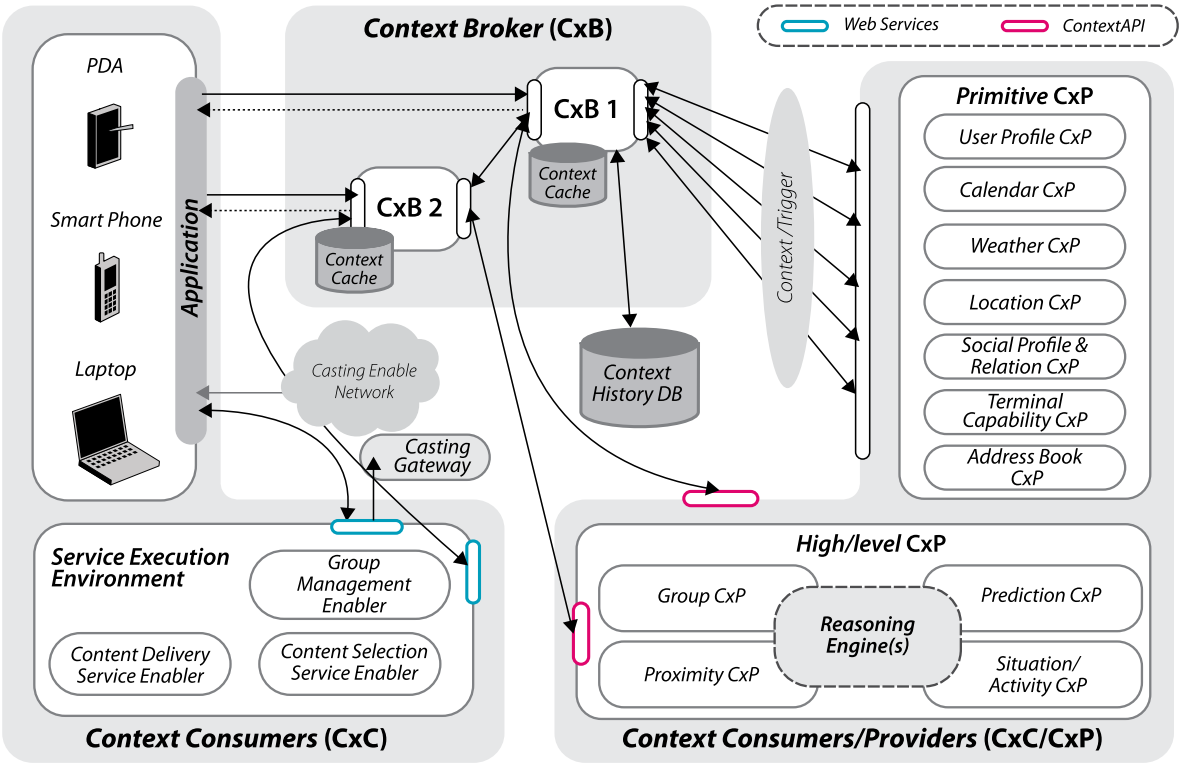

Figura 2 - Arquitectura de gestão de contexto

to (CxB) que mantém uma *cache* e histórico da informação de contexto, como demonstrado na figura 2 [3].

Os produtores de contexto (CxP) podem variar consoante a sua localização, o tipo de informação que proporcionam, a periodicidade com que a disponibilizam ou até mesmo a sua importância para o funcionamento do sistema. Alguns dos produtores de contexto utilizados no C-CAST estão descritos em baixo:

> Perfil de utilizador (*UserProfile*CxP) fornece detalhes acerca do perfil do utilizador, seus requisitos habituais assim como os detalhes do seu contrato com o operador;

> Calendário (*CalendarCxP*) fornece as tarefas e compromissos dos utilizadores, mapeando sua a agenda do Outlook ou Google Calendar;

> Meteorologia (*Weather*CxP) fornece informação relativa às condições atmosféricas;

> Localização (*Location*CxP) fornece informação sobre a localização do utilizador;

> Perfil social (*SocialProfile*CxP) fornece informação relativa às preferências sociais dos utilizadores, os seus amigos e como se integram e relacionam em redes socais já existentes;

> Capacidades do terminal (*TerminalCapability*CxP) fornece informação sobre o(s) terminal(is) disponíveis ao utilizador e as suas capacidades de processamento de áudio e vídeo, qualidade e definição de imagem, dimensão de ecrã, etc.;

> Presença (*Presence*CxP) fornece informação ao estado actual do utilizador, se está ou não em contacto com o seu terminal e possíveis actividades que possa estar a desenvolver;

> Contactos (*AddressBook*CxP) fornece informação relativa aos contactos dos utilizadores.

Para além destes, esta estrutura possui vários produtores de contexto introduzidos nos equipamentos móveis e elementos de rede (produtores de contexto de rede) que disponibilizam informação acerca da situação e ocorrências tanto no destino dos conteúdos como pelo seu caminho.

Actualmente estão definidos os seguintes produtores:

> Terminal (*TNework*CxP) fornece o estado das interfaces do terminal;

> Redes de acesso *wireless* (*WirelessAccess*CxP) disponibiliza dados relativamente aos vários sistemas *wireless* disponibilizados e seus equipamentos;

> Medidas de qualidade de serviço (*Network*QoSCxP) disponibiliza informação sobre a qualidade das conexões fim-a-fim e sobre as sessões *multiparty* a decorrer;

> Sensores no terminal (*TSensor*CxP) providencia os dados disponibilizados pelos sensores nos equipamentos móveis do utilizador;

> Rede de sensores *wireless* (WSNCxP) providencia informação relativa ao ambiente em que o utilizador está inserido, mas de um ponto de vista exterior ao utilizador.

Os consumidores de contexto (CxC) são essencialmente todos os elementos do sistema que utilizam e dependem desta informação para funcionar correctamente. No entanto, apenas alguns, pelas suas características, são inerentes à estrutura de gestão de contexto:

> Gestão de grupos consome variada informação e é responsável por agrupar utilizadores consoante os seus gostos, perfis, hábitos, contactos e a situação

actual em que está inserido;

> Selecção de conteúdos consome variada informação e é responsável por atribuir a um determinado grupo conteúdos que se coadunem com os gostos dos elementos do grupo;

> Entrega de conteúdos promove a entrega de conteúdos aos utilizadores.

Para além destes componentes mais elementares, há que considerar também componentes mais complexos e que são simultaneamente consumidores e produtores, recolhem informação, realizam operações de processamento inteligente, *reasoning* e providenciam os seus resultados também como contexto. Entre estes foram considerados os elementos de construção de grupos (*Group*CxP), de predição (*Prediction*CxP), de proximidade (*Proximity*CxP) e de situação e actividade (*Situation/Activity*CxP).

O gestor de contexto encontra-se no centro de todos estes elementos e com os vários *enablers*, disponibilizam informação para as várias aplicações.

2.2 Estrutura de processamento de conteúdos

O processamento de conteúdos, apesar de fulcral para a globalidade da arquitectura, não vai ser muito detalhado neste documento. No entanto, convém referir os pontos fundamentais, pois é responsável por providenciar uma adequada e personalizada selecção de conteúdos. O passo inicial e um dos mais relevantes nesta arquitectura é a identificação e classificação de conteúdos. Isto é obtido com a introdução de meta-informação para ambos os conteúdos profissionais e os gerados pelos próprios utilizadores. Tendo por base estudos sobre anotação semântica avançada, foram definidos métodos automáticos para extrapolar meta-informação e classificar os diferentes conteúdos especialmente destinados a sistemas de distribuição com base numa análise contextual [4].

Outro ponto importante é o armazenamento dos conteúdos em vários formatos e codificações, que permite a sua disponibilização nos formatos mais adequados. Esta estrutura também inclui a selecção e disponibilização (não o transporte) de conteúdos. Assim como a formação de grupos de utilizadores, a selecção de conteúdos é realizada recorrendo a informação de contexto dos utilizadores, dos seus gostos, ambiente em que estão inseridos e outra informação disponível.

2.3 Estrutura de entrega de conteúdos

O sistema de entrega de conteúdos permite que fluxos de conteúdos sejam redireccionados em *multicast* ou *unicast* para os diversos grupos de clientes, de uma forma eficiente, optimizada e com garantias de entrega na qualidade esperada. Este sistema é responsável por definir sub-grupos daqueles grupos gerados anteriormente, tendo por base a informação de contexto em que o utilizador está inserido e que o terminal e os vários elementos de rede fornecem [5].

Outra possibilidade que advém de um sistema de gestão de recursos com base em informação contextual reside na possibilidade de se preverem comportamentos e ocorrências, podendo-se reagir prontamente. O sistema apresentado permite o ajustamento em tempo real de grupos e utilizadores em grupos de forma a optimizar os recursos disponíveis, resolver quebras de *links* e nós ou redireccionar tráfego. O suporte de mobilidade permite ao sistema a escolha da interface mais apropriada e a troca desta, tendo em conta os requisitos de qualidade suportados pelo terminal e pelo caminho ponto-a-ponto.

A figura 3 ilustra a arquitectura de entrega de conteúdos definida no projecto C-CAST. Esta pode ser dividida em três partes distintas: aquisição de contexto, controlo de rede e sessão e aplicação de políticas.

O Controlo de rede e sessão é definido por mecanismos que acedem ao contexto de rede existente e são encarregues de providenciar a entrega optimizada de conteúdos. O componente *enabler* de gestão de sessão (SME) é responsável por iniciar e controlar a sessão *multiparty*, e também pela sua modificação, renegociação e conclusão. Este componente recebe do *enabler* de grupos um pedido de entrega de determinados conteúdos, accionando o controlo de rede e em seguida notificando o processador de conteúdos e os terminais, através do protocolo SIP. Por sua vez, o componente gestão do uso da rede (NUM) é responsável por gerir os recursos de rede, de forma a garantir a entrega dos conteúdos escolhidos da forma mais efi-

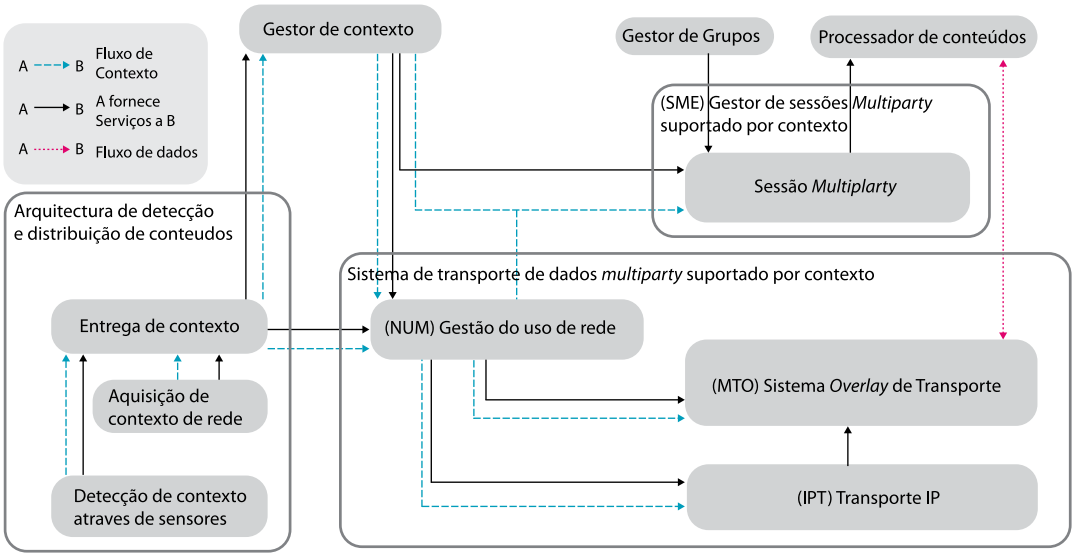

Figura 3 - Arquitectura de entrega de conteúdos *multiparty*

ciente para o operador e de modo a que cumpra os requisitos de QoS atribuídos ao utilizador. Este elemento também gere a mobilidade de terminais, com o apoio de um controlador de mobilidade existente em cada terminal [6].

A aplicação de políticas refere-se à efectivação de recursos e grupos *multicast* tal como definidos no âmbito do controlo de rede. Aplicação de políticas inclui elementos como o de transporte IP (IPT), existente em cada *router* e contém as tabelas de endereçamento *unicast* e *multicast*, para além de definir as políticas de *scheduling* nestes elementos de rede, e o *Multiparty Transport Overlay* (MTO) que proporciona uma comunicação *multiparty* transparente sobre domínios que suportem ou não *multicast*.

3. Resultados

Para demonstrar os resultados, o projecto C-CAST está a implementar um demonstrador que, para além de incluir todos os módulos e sistemas anteriormente descritos, apresenta três cenários distintos como casos de estudo. Estes cenários ilustram três momentos num dia de um utilizador, em três situações distintas e o que se pretende demonstrar é a forma como o sistema facilita vários serviços e melhora as situações descritas. A figura 4 representa o demonstrador a ser preparado com todos os elementos de gestão a azul e a rede de transporte e acesso a vermelho [7].

O primeiro cenário, "No Comboio" ilustra as possibilidades que o sistema acrescenta a serviços destinados a grandes grupos de utilizadores com a adição de interacções personalizadas. Neste sentido, ilustra como uma companhia de comboios pode tomar partido da entrega de conteúdos contextualizados em simultâneo para vários utilizadores que comutam entre cidades, distinguindo os seus destinos ou outra informação relevante. Para além do mais, este cenário explora a integração da rede de sensores C-CAST e de espaços inteligentes para providenciar informação adequada acerca dos utilizadores.

Por outro lado, o segundo cenário, "No Centro Comercial", pretende representar o acesso a uma panóplia de serviços a que os utilizadores podem aceder sempre que visitam um espaço dinâmico e genérico, mas principalmente a utilidade da introdução de serviços publicitários.

Este procura especialmente demonstrar as capacidades dos sistemas de gestão de informação de contexto e a sua adaptabilidade a situações em que o contexto varia rapidamente. O cenário toma partido do maior número de fontes de contexto possível.

O cenário final descreve uma "Festa", e é um cenário optimizado para conteúdos não profissionais, possivelmente gerados pelo utilizadores e que toma partido de contexto relacionado com actividades agendadas e previamente organizadas. Permite a demonstração da classificação de conteúdos e da utilização de contexto relativo a redes sociais e ligações entre clientes.

4. Importância para os negócios do grupo PT

Como está empiricamente provado, boa informação é um dos bens mais valiosos para pessoas e empresas. Possuir um detalhado perfil e a descrição de hábitos dos seus clientes e do ambiente em que estão inseridos é inestimável [2]. Para o grupo PT, e os diversos intervenientes no mercado das telecomunicações, operadores, provedores de serviços, fornecedores de conteúdos ou qualquer combinação destes, serviços baseados em contexto apresentam vantagens competitivas:

> Novos e melhorados serviços que aumentam a atractividade do operador, aumentando a satisfação e fidelização dos clientes. Permite também ao operador variar e alargar a sua oferta;

> Melhorar a qualidade de experiência (QoE) dos utilizadores, ao obterem serviços apropriados, mais personalizados, com uma qualidade de serviço adequada à sua ambiência e pela rede de

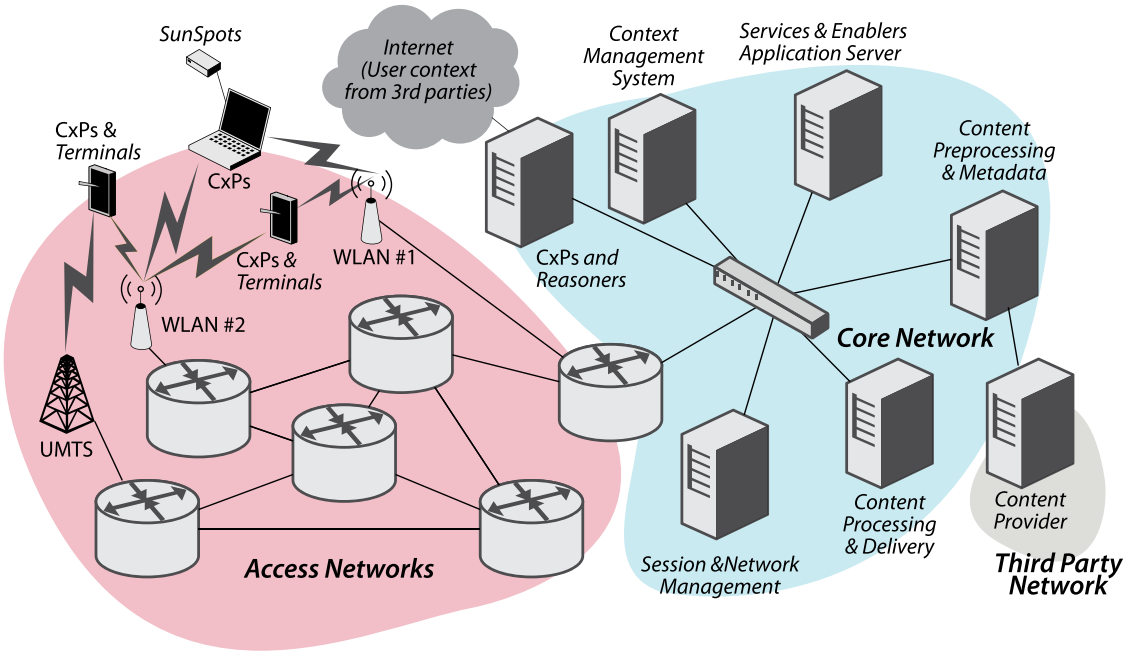

Figura 4 - Representação do demonstrador

acesso mais indicada;

> Optimização da rede de transporte para se tornar mais eficiente e rentável para o Operador, tirando proveito de tecnologias multiponto e do agrupamento de utilizadores pela sua localização, gostos e actividades.

No contexto particular do grupo PT, este sistema pode ser integrado com os serviços IPTV MEO fixo e móvel de forma a obter as vantagens supracitadas. No entanto, pode também ser a origem de novos e até inovadores serviços como:

> Acesso a conteúdos publicitários oportunistas nos serviços móveis em função da localização como proximidade de lojas ou centros de comerciais, estádios de futebol, aeroportos, etc.;

> Toques da chamada telefónica em função do contexto dos utilizadores, com notícias, músicas ou anúncios personalizados;

> IPTV interactivo, com realidade aumentada e integração de publicidade ou redes sociais nos conteúdos;

> Suporte de dispositivos "inteligentes" caseiros e integração com *Smart Spaces* personalizados e serviços de operadores tradicionais.

5. Conclusões

O projecto C-CAST desenvolveu uma estrutura que permite a recolha e distribuição de informação de contexto por entidades funcionais inteligentes possibilitando a entrega dos conteúdos mais adequados a grupos de utilizadores de uma forma eficiente. Os operadores de telecomunicações para vencerem a concorrência têm de oferecer mais e melhores serviços aos seus clientes a preços ainda mais competitivos. Nesse sentido, a informação de contexto pode e deve ser usada pelo grupo PT na criação de serviços personalizados e inovadores. Para além disso, esta informação permite a optimização da utilização dos recursos de rede, libertando largura de banda para outros serviços.

Referências

[1] http://www.ict-ccast.eu/, visitado em Setembro de 2009

[2] N. Baker, K. Slabeva, "Context-awareness meets multicasting", Eurescom Magazine, Setembro 2009

[3] Projecto C-Cast, Deliverable 12 – "Specification context casting service enablers, context management and context brokering", Agosto de 2009

[4] Projecto C-Cast, Deliverable 14 – "Specification of content casting", Agosto de 2009

[5] Projecto C-Cast, Deliverable 13 – "Specification of context detection and context-aware multiparty transport", Agosto de 2009

[6] J. Antoniou, C. Christophorou, A. Neto, S. Sargento, F. Pinto, N. Carapeto, T. Mota, J. Simoes, A. Pitsillides, "Context-Aware Self-Optimization in Multiparty Converged Mobile Environments", Autonomics, Setembro de 2009

[7] Projecto C-Cast, Deliverable 11 – "Specification of test scenario and Selected experimental/simulation environment", Julho de 2009

Nuno Filipe Carapeto, licenciado em Engenharia Informática e Sistemas desde 2005 pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, participa com a PT Inovação e o Instituto de Telecomunicações desde 2005 em projectos co-financiados pela Comissão Europeia: EuQoS (2005), Hurricane (2008), C-CAST (2009). Actualmente contratado pela PT Inovação trabalha no IAD1 em qualidade de serviço e qualidade de experiência, nomeadamente nas áreas de serviços suportados por informação de contexto, gestão de mobilidade e sistemas *multicast*. Encontra-se também a desenvolver o seu Doutoramento na Universidade de Coimbra em gestão de mobilidade apoiada por informação de contexto.

Filipe Cabral Pinto, licenciado em Engenharia Electrotécnica pela Universidade de Coimbra, com média final de 15 valores, concluiu o mestrado em telecomunicações, pela Queen Mary University of London, com a classificação final de *Distinction*. Actualmente investiga a utilização de informação de contexto na optimização de serviços *multicast*, no âmbito do Projecto Europeu C-CAST. Ao longo do seu percurso na PT Inovação desenvolveu actividades nos Projectos Europeus C-MOBILE, B-BONE, EVEREST, OPIUM e NETGATE. Colaborou ainda no projecto e instalação de diversas redes de transmissão de dados.

António Videira, licenciado em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho e Mestre em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, frequenta actualmente o Doutoramento em Engenharia Electrotécnica na Universidade de Aveiro. Participa desde 2000 em diversos projectos na área de serviços e redes móveis na PT Inovação. Assumiu em 2004 a responsabilidade da plataforma de localização (Loc@cel) que suporta actualmente os serviços de localização da maior operadora de telecomunicações móveis em Portugal. Participou no projecto europeu C-Mobile. Actualmente, os seus interesses situam-se na área da entrega de conteúdos nas redes de próxima geração.

João Miguel Gonçalves licenciou-se em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra em 2006 com média final de 15 valores. No mesmo ano foi admitido como bolseiro no Instituto de Telecomunicações em Aveiro, no âmbito do projecto europeu C-MOBILE. Em Junho de 2008 completou, com Distinção, o Mestrado em *Wireless Networks pela Queen Mary University of London*. Em Setembro de 2008 foi contratado a termo certo pela PT Inovação para integrar o projecto europeu C-CAST, tendo paralelamente iniciado o programa doutoral MAP-i.

Telma Mota concluiu a Licenciatura e Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores na Universidade do Porto e tirou uma Pós-graduação em processamento de sinal na mesma Universidade. Ingressou na empresa TLP SA, onde realizou trabalho de planeamento e dimensionamento de redes de comutação digital, Redes Inteligentes e teletráfego. Desde 1994 que integra a PT Inovação e tem estado ligada às áreas de gestão e arquitecturas de Redes e Serviços; IN, evolução da IN, TINA, Parlay, IMS, TISPAN e MBMS, assim como às normas 3GPP que se dedicam a definir aspectos de estabelecimento de Sessões Multimédia, QoS, Mobilidade e *Multicast*. Mais recentemente tem-se dedicado mais às arquitecturas de serviços; OMA, SOA, *Web* 2.0. Participou em diversos projectos Europeus (Eurescom e IST); actualmente, é líder do C-CAST. Na PT Inovação é responsável pela secção Plataformas e Redes Multiserviço.

05

Localização *Indoor* em Redes Convergentes

palavras-chave:
Localização *indoor*, Georreferenciação, Redes Convergentes, GMLC, GNSS

António Videira

Bruno Baptista (Outsoft)

A localização de pessoas é cada vez mais importante numa sociedade ligada em rede e onde se passa cada vez mais tempo em ambientes *indoor*.

Nas redes convergentes de próxima geração, conscientes do contexto de utilização, a precisão, a fiabilidade e a disponibilidade da localização são cada vez mais um factor de diferenciação na melhoria do contexto relacionado com a localização geográfica de um dispositivo móvel, ou no contributo que podem dar para a escolha de rede na Gestão da Mobilidade em redes de acesso.

Embora o problema da localização em ambiente exterior esteja razoavelmente resolvido com o recurso aos *Global Navigation Satellite Systems* (GNSS) (e.g. GPS), em ambientes interiores a discussão permanece em aberto por diversas razões, entre as quais a capacidade de processamento e comunicação dos dispositivos móveis, a mutação rápida e imprevisível das condições de propagação das ondas electromagnéticas relacionada com o dinamismo dos espaços interiores (e.g. circulação de pessoas, abertura de portas e janelas).

Actualmente, assistimos ao desenvolvimento de um conjunto de técnicas e métodos neste domínio. Contam-se, entre elas, a localização com recurso a assinaturas de rádio frequência (RF) adquiridas a partir de pontos de acesso Wi-Fi, ou da rede GSM, os sistemas visuais, passando por sensores de movimento, entre muitos outros. Todos eles estão a ser avaliados e terão de dar provas da sua eficácia e adequação à localização em ambientes *indoor*.

O que nos propomos com este artigo é fazer uma retrospectiva das técnicas de localização alternativas aos sistemas GNSS, que os podem complementar ou substituir, funcionando onde estes não estão disponíveis.

1. Introdução

O tráfego da Internet deixou de ser unidireccional, baseado na recolha e armazenamento da informação, para se tornar bidireccional. O utilizador tornou-se, e tende a ser cada vez mais, actor principal, sendo ele próprio produtor de conteúdos.

A crescente sofisticação dos telemóveis e *personal digital assistant* (PDA) actuais potencia a mobilidade e permite que os utilizadores estejam sempre online, independentemente do local onde se encontram e usando a rede (muitas vezes de forma transparente) que melhor se adapta aos seus requisitos.

A convergência de redes e a crescente necessidade de mobilidade potenciam oportunidades e lançam novos desafios aos serviços. Estes serviços tendem a ser cada vez mais flexíveis, a integrar mais tecnologias e a ter uma utilização (incluindo interfaces com o utilizador) tendencialmente mais natural. Neste sentido, os dispositivos móveis utilizados aumentam as exigências no que se refere à localização, requerendo-a em tempo real, com grande precisão e fiabilidade.

Nas organizações, tais como, empresas, hospitais, escolas ou em outros espaços com grande afluxo de pessoas como os centros comerciais, os cenários de utilização desta(s) tecnologia(s) são diversos. A título de exemplo, contam-se a evacuação de edifícios, as aplicações conscientes do contexto no âmbito da cada vez mais exigida ubiquidade dos sistemas, o *mobile* marketing, a procura de locais e serviços, o registo e partilha de experiências, entre muitas outras possibilidades.

A localização das pessoas (associada à localização dos dispositivos móveis que transportam) em ambientes *indoor* assume assim um papel cada vez mais importante nos serviços georreferenciados e nos serviços conscientes do contexto de utilização (vulgarmente designado por *context-aware*) onde a melhoria da localização dos utilizadores permitirá uma melhor gestão de grupos de interesses na distribuição de conteúdos através de *multicast* [1].

Outra das vantagens da localização em interiores prende-se com o contributo dado na diminuição do tempo necessário à mobilidade entre redes de acesso (*handover*), das capacidades de gestão de recursos da rede e a possibilidade de prever quais as redes de acesso candidatas ao *handover*, através do conhecimento da localização geográfica dos elementos de rede e da sua área de cobertura, sem ser necessário que as interfaces tenham de estar activas nas unidades móveis, podendo assim contribuir, também, para uma melhoria da eficiência energética.

Os métodos actualmente existentes na maioria das redes móveis de telecomunicações para a localização de dispositivos (geralmente são telemóveis) conseguem boas prestações em ambientes *outdoor*.

No entanto, estes métodos não estão optimizados para uma localização *indoor* onde as aplicações são muito mais exigentes a nível da precisão e da fiabilidade.

Todas as técnicas que vão ser apresentadas no capítulo seguinte, por usarem directa ou indirectamente características físicas que estão em constante variação devido a alterações das condições de propagação originadas por reflexões multi-percurso no terreno, objectos em movimento ou refracção nas esquinas, podem não estar disponíveis pontualmente e estar sujeitas a erros de localização. Para caracterizar o desempenho utilizam-se as incertezas nas localizações obtidas, assim, é importante determinar a exactidão e a precisão alcançáveis pelas diferentes técnicas de posicionamento.

Exactidão vs. precisão

A exactidão indica a confiança numa medida ou observação, ou mais concretamente, a medida da semelhança entre um resultado experimental e um valor real ou de referência.

Precisão é a dispersão entre diversas me-

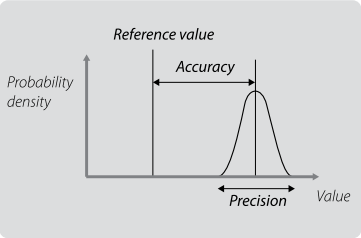

Figura 1 - Exactidão e precisão. [4]

dições do mesmo fenómeno nas mesmas condições. Dito isto, é perfeitamente possível obter um determinado conjunto de dados que sejam muito precisos mas desprovidos de exactidão.

Requisitos de exactidão

Tomando como referência a norma E112 [5], que define estes requisitos no contexto de uma chamada de emergência, verificamos que os operadores de telecomunicações necessitam fornecer uma estimativa inicial da localização do chamador ao fim de sete segundos, com uma tolerância de 200m a 300m para qualquer ambiente. Ao fim de 30 segundos do início da chamada os operadores devem fornecer as estimativas indicadas na tabela 1. Estes valores indicam-nos os objectivos actuais na obtenção da localização a partir da infra-estrutura de rede.

Este artigo tem como objectivo descrever os métodos e técnicas que permitem melhorar a precisão e a fiabilidade da localização em ambientes *indoor*. A sua estrutura está dividida da seguinte forma:

> Na secção 2 é feito um sumário das técnicas e métodos que consideramos mais promissores;

> Na secção 3 são apresentados exemplos de aplicação bem como os principais resultados obtidos;

> A secção 4 reflecte sobre o impacto desta investigação nos negócios do grupo PT;

> Por fim, na secção 5, são apresentadas as principais conclusões.

2. Descrição do sistema ou solução

Das inúmeras técnicas existentes para localização em interiores [2][3], vamos focar algumas que estão nesta altura em estudo e que podem ser usadas nos telemóveis actuais que, para além do *assisted* GPS (A-GPS), suportam várias redes de acesso (e.g. GSM, UMTS ou Wi-Fi) e um conjunto alargado de sensores (entre eles o compasso digital, acelerómetro, câmara e microfone).

Do ponto de vista das redes móveis, os vários métodos de obtenção da posição do utilizador podem ser classificados da seguinte forma:

> Com base na infra-estrutura da rede já existente, mediante a utilização de parâmetros e da rede, no caso do sistema GSM, a informação da célula (CellID) ou o *timing advance* (TA), ou usando características físicas como o *angle of arrival* (AOA), *time of arrival* (TOA), *Enhanced-Observed Time Difference* (E-OTD) ou *Time difference of arrival* (TDOA) e potência do sinal recebido em conjunto com técnicas de triangulação e assinaturas RF para obter a localização;

> Por infra-estrutura dedicada, recorrendo-se a marcadores de rádio frequência (RF) (e.g. *bluetooth*), infra-vermelhos (IR) e ultra-sons, utilizando técnicas de triangulação e assinaturas RF a partir da identificação dos emissores e parâmetros físicos à semelhança dos descritos no ponto anterior;

> Com base em sensores no dispositivo móvel, onde salientamos o A-GPS, sensores de inércia, localização por eventos sonoros e usando reconhecimento de imagem;

> Soluções mistas, combinando várias técnicas de localização com o objectivo de melhorar a precisão e a fiabilidade.

De entre as técnicas apresentadas, vamos descrever as que consideramos mais relevantes e promissoras, quer pelo grau de maturidade alcançada, quer pelo potencial de serem utilizadas nos telemóveis actuais.

Triangulação de sinais RF

Este tipo de localização utiliza as propriedades geométricas dos triângulos para obter a localização de uma entidade. A triangulação pode ser efectuada recorrendo à medição de distâncias, como se apresenta na figura 2, ou utilizando ângulos a partir da direcção do movimento.

A técnica mais comum utiliza a distância e assume a intensidade do sinal como uma medida de proximidade ao emissor, o que não é sempre verdade devido às alterações das condições de propagação.

Assinaturas de RF

A localização por assinaturas de RF utiliza técnicas de inteligência artificial, tais como algoritmos de classificação e predição.

Este método necessita de uma fase inicial de aprendizagem, onde um vasto conjunto de leituras de parâmetros físicos provenientes de várias fontes ficam associados a cada um dos locais a identificar. Posteriormente é possível efectuar a predição da localização recorrendo a leituras nesses mesmos locais.

As características físicas mencionadas podem ser simplesmente a amplitude do sinal recebido, ou valores previamente processados, como a distância estimada ao emissor.

No caso da rede GSM, são obtidas diversas amostras do nível de sinal recebido a partir de várias *base transceiver stations* (BTS), criando uma assinatura que identifica o local.

Nas redes Wi-Fi o princípio usado é o mesmo que no caso da rede GSM, com as devidas adaptações relacionadas com a

Ambiente	Chamador pode fornecer informação geral	Chamador nao pode fornecer informação geral
Interior	**10m a 50m**	**10m a 50m**
Urbano	25m a 150m	10m a 150m
Sub-urbano	50m a 500m	10m a 500m
Rural	100m a 500m	10m a 500m
Auto-Estrada	100m a 500m	10m a 500m

Tabela 1 - Valores de referência para a localização em chamadas de emergência na Europa

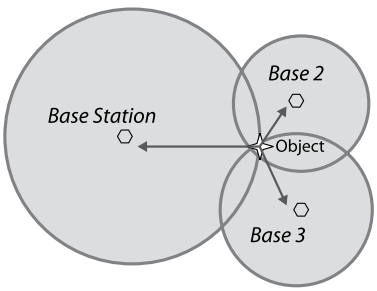

Figura 2 - Triangulação com base na potência recebida no terminal, originada em três estações base.

banda de frequências utilizada e com o método de identificação dos pontos de acesso (AP – *access point*).

Numa parceria entre a PT Inovação e a Universidade de Coimbra, foi possível desenvolver uma aplicação para PDA *Info-Assistant* [5] que, sem ajuda exterior, reconhece com sucesso locais por onde já tinha passado e apresenta lembretes de acordo com a sua localização.

Das soluções comerciais existentes, podemos salientar a arquitectura de serviços baseados em localização da Cisco Systems, Inc [6], que utiliza assinaturas RF, a partir da rede Wi-Fi, para melhorar e corrigir as localizações ao longo do tempo. Afirma-se que, através deste método, é possível obter localizações com uma exactidão de 10m e uma precisão de 90% do tempo.

Localização baseada em sensores de inércia

Este tipo de localização utiliza sensores de inércia para detectar os movimentos relativos do seu portador dentro de um edifício com uma planta conhecida. Foi demonstrado [7] que a partir de uma calibração inicial (*start-up*), usando por exemplo a rede Wi-Fi, é possível acompanhar a deslocação de uma pessoa ao longo de um edifício com múltiplos andares, com uma exactidão de 0.73m para 95% do tempo.

É de realçar a importância da utilização de soluções mistas, uma vez que os dados do seguimento provenientes dos sensores de inércia, podem servir de referência para mapeamento automático do espectro rádio, melhorando assim o processo de calibração inicial.

Localização por caracterização do ambiente sonoro

Este tipo de localização utiliza o microfone dos telemóveis para monitorizar o ambiente envolvente, detectar e armazenar alguns trechos de sons significativos, ou seja, sons relevantes, tais como vozes, música ou diversos tipos de sons ambiente. Uma vez adquiridos, é pedido ao utilizador que os classifique e identifique, podendo ser associados com uma localização particular [8].

É possível treinar o sistema para identificar sons e inferir se o utilizador está a andar, a conduzir, se está no escritório ou em casa.

Esta identificação do contexto pode ser muito relevante em termos de localização semântica, ou seja, a designação do local em vez das habituais coordenadas geográficas, porque o utilizador pode associar algumas destas actividades a locais particulares que utiliza habitualmente e lhe são relevantes, possibilitando uma localização que pode ser usada por diferentes aplicações.

Soluções mistas

Estas soluções são as que apresentam resultados com maior exactidão e precisão [5], porque combinam o melhor de diversas técnicas para obterem os resultados mais homogéneos num maior número de situações.

Verificou-se [5] que, nos terminais móveis com capacidades *wireless positioning system* (WPS), em áreas metropolitanas, é possível obter localizações com uma exactidão inferior a 20m. No entanto, em áreas suburbanas e rurais, esta forma de localização é inexistente, dando aí lugar à utilização do GPS. A este sistema combinado dá-se o nome de Xps.

As soluções mistas são também relevantes, como vimos, no exemplo da localização por sensores de inércia.

Num contexto de redes convergentes *All*-IP [9], em que o terminal do utilizador pode integrar várias interfaces para redes de acesso diferentes, utilizando várias técnicas combinadas de localização, é possível melhorar ainda mais os sistemas de posicionamento, acrescentando e diversificando os métodos de localização, nomeadamente com a utilização combinada de WPS (Wi-Fi ou WiMax), GPS, Localização IP e *Cell*ID.

Para a localização de chamadas de emergência já existem normalizações [5], mas para cenários de utilização alargada de serviços georreferenciados, sem estarem focados nas particularidades das chamadas de emergência os estudos continuam em aberto.

A figura 3 ilustra a arquitectura proposta, ainda numa fase de estudo para suportar a utilização de várias técnicas combinadas de localização. Tendo como base a referência 3GPP e TISPAN para o IMS, e nos resultados do projecto Internacional C-Mobile [11] onde foi criada uma separação da camada de serviço resultando em duas: *applications* e *service enablers*.

Propomos a existência de um componente central (*Location Enabler*) encarregue de efectuar as localizações requisitadas pelas aplicações às *Gateway Mobile Location Centre* (GMLC) das redes de acesso suportadas [14] pelos móveis, ou directamente às aplicações residentes nas unidades móveis. Este componente tem uma base de dados que irá conter informação sobre as particularidades das várias redes de acesso e, em conjunto com o HLR/HSS, guarda os perfis dos utilizadores.

Cada rede de acesso tem o respectivo GMLC, responsável pelo tratamento dos pedidos de localização, e um *Operation and Management Gateway* (OMGW) para sincronizar, com o *Location Enabler*, as questões relacionadas com a logística interna de cada rede. A aplicação residente nos terminais móveis (App), é responsável por, através dos sensores disponíveis nas unidades móveis, sincronizar, com o *Location Enabler*, a informação necessária para permitir que se obtenha a localização.

3. Resultados

Como forma de apresentar as potencialidades de algumas técnicas e métodos aqui descritos, desenvolvendo assim a sensibilidade necessária para a futura im-

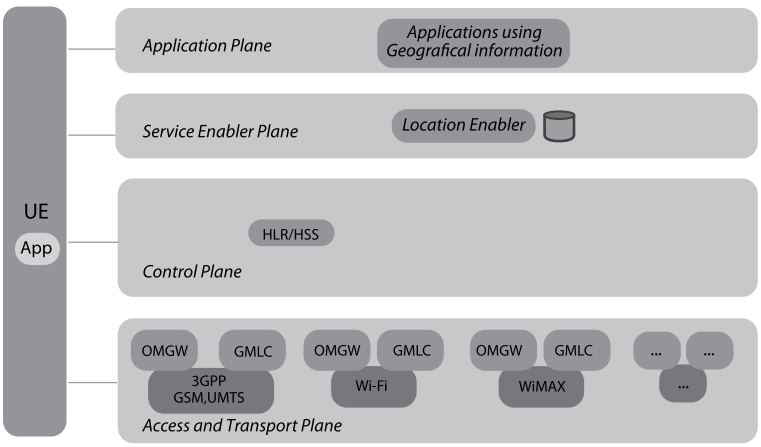

Figura 3 - Arquitectura proposta onde estão representados apenas os principais componentes do ponto de vista da localização

plementação das restantes, vamos apresentar dois protótipos desenvolvidos no universo da PT Inovação: o SLV*Mobile* e o *Infoassistant*.

SLV *Mobile*
É a componente móvel do Serviço de Localização de Veículos (SLV) da PT Inovação, cujo principal produto é o Frotalink da TMN.

Trata-se de um protótipo que pretende ser um complemento à plataforma SLV, disponibilizando ao utilizador um sub-conjunto de funcionalidades daquela plataforma, que lhe permita um acesso imediato a informação relativa às suas tarefas, assim como enviar e receber mensagens entre o seu terminal de bordo e o SLV.

Complementarmente, permite que possa ser utilizado como uma ferramenta de auto-localização e de navegação, com recurso a posicionamento GPS e/ou *Cell* ID.

Para o efeito foi desenvolvida uma ferramenta para terminais de bordo, tipo *Tablet* PC, que comunica com um receptor GPS (inserido no próprio terminal ou por acesso Bluetooth, ou por ligação ao equipamento de localização de bordo) para obter o posicionamento actual da viatura e utilizar essa informação juntamente com os dados de navegação previamente solicitados e recebidos a partir da interface de gestão SLV.

Infoassistant [16]
Trata-se de uma aplicação desenvolvida no âmbito do projecto "Localização em Edifícios por Assinatura GSM". Tem a capacidade de usar vários algoritmos independentes para prever a localização e, assim, apresentar conteúdos multimédia a ela associados. O sistema corre integralmente num *Pocket* PC e obteve taxas de acerto na localização ao nível das salas e quartos dos edifícios entre 96% e 100% (resultados obtidos com três tipos de ciclos de teste: validação cruzada com 10 agrupamentos, 75% dos dados para treino, 50% dos dados para treino).

Ambos os protótipos podem ser evoluídos para suportarem os métodos e técnicas que melhoram a localização em interiores aqui apresentadas. Estas duas aplicações, residentes nos móveis, têm de suportar o protocolo *Session Initiation Protocol* (SIP) para a sinalização que possibilitará a troca de informação de localização com o *Location Enabler*. Quanto à implementação de cada um dos métodos aqui descritos, dependerá das características das redes de acesso e dos sensores que cada unidade móvel tenha disponível, encontrando-se neste momento em fase de estudo.

4. Importância para os negócios do grupo PT

A PT Inovação tem uma longa experiência e conhecimento em várias vertentes dos serviços baseados em localização, possuindo diversas soluções [10], tais como: Loc@cel, Localizz, SLV.

Os serviços que fornecem conteúdos georreferenciados podem beneficiar com a localização em interiores, sendo de seguida apresentados alguns exemplos de aplicação:

> Localização de mercadorias dentro de armazéns ou dentro de unidades móveis;

> Distribuição de publicidade dentro de um centro comercial;

> Visitas guiada dentro de um museu;

> Coordenação na evacuação de edifícios, determinando com precisão a ocupação dos edifícios;

> Nos hospitais, disponibilizar informação sobre um doente quando o médico se aproxima da cama.

Nas redes convergentes, aposta da PT Inovação através da iniciativa *Ship*NET [10], em que o utilizador pode estar ligado através de vários dispositivos (e.g. Telemóvel, Telefone Fixo, Computador), a localização *indoor* potencia os serviços que tirem partido da localização. Um possível serviço pode ser o reencaminhamento dinâmico, em que a chamada telefónica da rede fixa pode ser encaminhada para a extensão mais próxima ou mais conveniente ao destinatário, permitindo assim diminuir as chamadas perdidas e aumentar a rentabilidade da rede.

Na gestão da mobilidade em redes de acesso [15], área bastante promissora, a localização *indoor* é muito importante, porque, a partir do conhecimento da localização das unidades móveis e dos equipamentos de rede, consegue-se identificar quais são as redes ao alcance das unidades móveis. Pode-se assim contribuir para a poupança de energia, dado que as interfaces de rede dos terminais móveis podem ficar mais tempo desligadas.

Outro factor crítico na mobilidade é a transição entre redes de acesso, a qual tem de ser feita muito rapidamente [15]. Conhecendo a localização dos terminais e a topologia georreferenciada da rede, pode ser feita uma antecipação das questões logísticas (e.g. mudança de operador), baseada na previsibilidade da localização, potenciando assim uma diminuição do tempo necessário para a referida transição.

5. Conclusões

Este artigo procurou descrever de forma resumida as técnicas e métodos utilizados com vista a melhorar a localização em ambientes *indoor*.

Foram apresentados dois protótipos desenvolvidos no universo da PT Inovação: o SLV*Mobile* e o *Infoassistence*.

Ambos os protótipos podem ver melhorada a sua prestação em ambientes interiores e foram aqui sugeridas formas de o fazer, nomeadamente recorrendo ao cruzamento de várias tecnologias.

Para a PT Inovação, a melhoria dos métodos e técnicas da localização em interiores cruza várias áreas em que a empresa está envolvida e será nomeadamente importante no contributo para a gestão da mobilidade em redes de acesso.

A escolha da rede de acesso para fazer o *handover* tem de ser rápida e, por outro lado, deve minimizar o consumo de energia nas unidades móveis, desligando as interfaces de rede que não estão a ser utilizadas.

Conhecendo bem a localização geográfica dos dispositivos envolvidos, a melhoria da localização em interiores permite aumentar a rapidez, aumentar as capacidades de balanceamento do tráfego na rede e melhorar a eficiência energética na mobilidade entre redes de acesso.

É de salientar ainda a importância do cruzamento da informação proveniente dos vários métodos de localização, que além de permitirem a aferição mútua dos resultados, pode ser usada para ajudar a melhorar iteractivamente cada um dos métodos, proporcionando uma crescente consistência e fiabilidade. Exemplo disso é a utilização da localização por sensores de inércia no processo de recolha das assinaturas RF de um edifício.

Como trabalho futuro, o facto de as infra-estruturas de redes dos ambientes *indoor* serem na sua maioria de gestão privada e completamente independente, leva a que seja necessário investir em mecanismos que permitam que estas várias entidades comuniquem entre si de forma a partilharem (salvaguardando as questões de segurança e privacidade) a informação so-

bre os seus equipamentos, para que a localização em interiores possa ser vista de uma forma integrada e não apenas como um somatório de pequenas ilhas.

Outra questão importante para estudo futuro é, na conjugação de várias tecnologias, avaliar as limitações de juntar umas e outras, as dificuldades de implementação e os custos envolvidos (e.g. dinheiro, tempo, *hardware*).

Referências

[1] http://www.ict-ccast.eu/, 15/09/2009

[2] J. A. Tauber, Indoor Location Systems for Pervasive Computing, MIT, 2002.

[3] J. Hightower and G. Borriello, Location Sensing Techniques, University of Washington, 2001.

[4] Wikimedia Foundation, I. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Accuracy_and_precision.svg , 20/08/2009.

[5] ETSI TS 102 650 V1.1.1,Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN). 2008.

[6] Cisco_Systems, Enterprise Mobility 4.1 Design Guide. 2008.

[7] O. Woodman and R. Harle, Pedestrian Localization for Indoor Environments, Ubicomp 2008.

[8] H. Lu, W. Pan, N. D. Lane, T. Choudhury and A. T. Campbell, SoundSense: Scalable Sound Sensing for Pioeple-Centric Applications for Mobile Phones, Mobysis 2009.

[9] http://en.wikipedia.org/wiki/IP_Multimedia_Subsystem, 15/09/2009

[10] http://www.ptinovacao.pt/produtos/P&S_PTIN.html, 15/09/2009

[11] Projecto C-Mobile, http://c-mobile.ptinovacao.pt/, 15/09/2009

[12] J.G. Speight, Handbook of coal analysis. John Wiley and Sons. 2005.

[13] B. Baptista, C. Bento., InfoAssistant: A Personal Assistant Based on Indoor Location, Thecnical Specification. University of Coimbra and Portugal Telecom Inovação. 2007.

[14] 3GPP TR 23.837 (V1.0.0), Wireless Local Area Network (WLAN) interworking, 2006

[15] http://www.ieee802.org/21/, 15/09/2009

[16] Vídeo de demonstração: www.youtube.com/watch?v=CM2SLbUKF8E, 15/09/2009

António Videira, licenciado em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho e Mestre em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, frequenta actualmente o Doutoramento em Engenharia Electrotécnica na Universidade de Aveiro. Participa desde 2000 em diversos projectos na área de serviços e redes móveis na PT Inovação. Assumiu em 2004 a responsabilidade da plataforma de localização (Loc@cel) que suporta actualmente os serviços de localização da maior operadora de telecomunicações móveis em Portugal. Participou no projecto europeu C-Mobile. Actualmente, os seus interesses situam-se na área da entrega de conteúdos nas redes de próxima geração.

Bruno Baptista, colaborador da Outsoft, Lda, Mestre em Engenharia Electrotécnica e de Computadores na Universidade de Coimbra. Participa desde 2007 na equipa de desenvolvimento do SLV, cujo principal produto é o Frotalink. Desde 2005 desenvolve aplicações móveis, tendo sido bolseiro de investigação científica no Instituto Pedro Nunes onde participou no projecto "Localização em Edifícios por Assinatura GSM". Os seus principais interesses relacionam-se com aplicações móveis e sistemas de localização.

06

Desenvolvimento de um Gestor de Identidades para suporte da tecnologia Microsoft CardSpace

palavras-chave:
Identidade, gestão de identidades, autorização, autenticação, privacidade, redes convergentes.

Eduardo Seabra (UA)

Ricardo Azevedo

Francisco Fontes

Pedro Santos

Questões relacionadas com a gestão de identidades, segurança e privacidade são hoje um tema fulcral para os utilizadores, organizações e governos [1][2]. No actual cenário de redes convergentes a uniformização de autenticação e autorização, dos perfis de utilizadores, da partilha de informação sobre clientes e a federação entre serviços é essencial para responder ao requisito de estar *always connected* e com possibilidade de aceder a qualquer serviço, independente da plataforma.

No âmbito de um mestrado na Universidade de Aveiro a PT Inovação iniciou o desenvolvimento de um Gestor de Identidades para suporte da tecnologia Microsoft CardSpace. Este artigo, em certa medida uma continuação de [18], apresenta o trabalho desenvolvido e a tecnologia em que este se baseia.

1. Introdução

O conceito de gestão de identidades [18] tem sido objecto de trabalho por diversas entidades – projectos de investigação, fóruns de normalização e fabricantes. Desta forma é essencial que se perceba claramente as vantagens para organizações e indivíduos de uma das mais-valias que os operadores detêm – a informação que faz parte da identidade dos seus clientes. O conceito não se esgota em projectos de investigação e produtos para organizações. A União Europeia tem vindo a desenvolver esforços no sentido de legislar o acesso a dados privados e os EUA permitirão em breve que os seus cidadãos possam utilizar *Information Cards* para se autenticar perante *sites* governamentais.

Grande parte dos actuais serviços *online* requer um registo inicial de modo a que o utilizador possa usufruir dos mesmos. Esta acção implica, normalmente, a divulgação de dados pessoais assim como a criação e obtenção de credenciais para aceder ao serviço em questão. A constante introdução da mesma informação pessoal (ou similar), a gestão das várias credenciais, perfis etc., associados a cada registo, além de não ser cómodo, faz com que o utilizador, à medida que consome mais serviços, se torne incapaz de gerir efectivamente todas as suas "identidades", mantendo um nível adequado de privacidade e segurança [18].

Neste artigo apresentamos uma tecnologia e o desenvolvimento de um componente que a implementa, com o objectivo de dar resposta a algumas das questões enunciadas – várias credenciais, vários registos, etc.

1.1. *Identity Metasystem*

O *Identity Metasystem* [1][4] é uma arquitectura inter-operável para a identidade digital, que permite que pessoas tenham e usem uma colecção de identidades digitais baseadas em múltiplas tecnologias, implementações e fornecedores. Usando esta aproximação, é possível continuar a usar a infra-estrutura legada, em que investiram, e escolher a tecnologia de identidade que melhor se adeqúe ao seu caso concreto. Torna-se, desta forma, mais fácil a migração.

O *Identity Metasystem* surge com a ideia de que nunca se irá adoptar um único sistema ou tecnologia de identidade digital. Assim, uma solução é partir para uma abordagem diferente ao problema – criar um sistema com a capacidade de ligar os vários sistemas de identidades existentes e futuros num *Identity Metasystem*. Este *metasystem* poderá proporcionar aos sistemas de identidade, que o constituem, ligações mais fortes entre eles, fornecendo interoperabilidade e permitindo a criação de uma interface comum, consistente e simples para o utilizador.

No mundo físico, as pessoas têm inúmeros cartões, de múltiplas formas, como o seu bilhete de identidade, a sua carta de condução, cartões de crédito, etc.. As pessoas controlam que cartão querem usar e que quantidade de informação pretendem revelar em cada situação do dia-a-dia.

O *Identity Metasystem* permite ao utilizador, de uma forma similar ao mundo físico, manter o controlo de que informação digital é fornecida e quando. Permite que o utilizador escolha uma identidade digital (cartão virtual) da sua colecção (carteira) e a use para aceder ou se registar no serviço. A interoperabilidade, alicerce da arquitectura, permite que diferentes tecnologias possam interagir, para benefício do utilizador.

1.2. As Leis da identidade

O *Identity Metasystem* é baseado nos princípios descritos em *The Laws of Identity* (As Leis da Identidade) [5]. Estas Leis, criadas em 2004 por Kim Cameron [6], investigador chefe da Microsoft, são o resultado de um conjunto de discussões sobre o que tinha resultado e o que não tinha resultado, nos actuais e passados esforços no sentido de tornar simples e eficazes a Gestão de Identidades. O resultado são princípios que um sistema de gestão de identidades deve cumprir para ser viável.

Estas leis são a base de definição da arqui-

tectura do *Identity Metasystem:*

> **O utilizador controla e consente**: O sistema só pode revelar informação de um utilizador se este consentir;

> **Divulgação mínima para uso restrito**: A solução que divulga o mínimo de informações de identificação e melhor limita o seu uso é a solução mais estável a longo prazo (neste sentido a MS adquiriu uma empresa que desenvolveu um produto chamado U-*Prove* [19]);

> **Partes justificáveis**: O sistema deve ser projectado para que a divulgação das informações de identificação fique limitada às partes que tenham acção necessária e justificável em determinada relação de identidade;

> **Identidade direccionada**: O sistema universal deve ser compatível com identificadores "multidireccionais" (pseudónimos), para uso das entidades públicas, e "unidireccionais" para uso das entidades privadas: facilita a descoberta e, ao mesmo tempo, evita a divulgação desnecessária de dados correlacionados;

> **Pluralismo de operadores e tecnologias**: O sistema deve canalizar e activar a interoperabilidade de várias tecnologias de identidade executadas por vários fornecedores de identidade;

> **Integração humana**: O *Metasystem* de identidade universal deve definir o utilizador humano como um componente do sistema distribuído, integrado por meio de mecanismos de comunicação homem máquina unívocos, que oferecem protecção contra ataques às identidades;

> **Experiência uniforme entre contextos**: o meta sistema que unifica identidades deve assegurar aos seus utilizadores uma experiência simples e uniforme e, ao mesmo tempo, permitir a separação de contextos por intermédio de vários operadores e tecnologias.

1.3. Papéis dentro do *Identity Metasystem*

O *Identity Metasystem* é composto por três elementos principais, cada um com o seu papel (para uma discussão sobre os papéis ver [18]):

> ***Identity Provider* (Fornecedor de Identidade)** emite identidades digitais. Por exemplo, um fornecedor de cartões de crédito pode emitir uma identidade que permite efectuar pagamentos correspondentes ao um cartão de crédito. Uma empresa pode emitir identidades aos seus clientes, governos podem emitir identidades aos cidadãos, e um indivíduo pode emitir para ele próprio uma identidade (*self-issued*);

> ***Relying Party* (Prestador de Serviço)** requer identidades. Por exemplo, um serviço *online* que utiliza identidades emitidas por *Identity Providers*;

> ***Subject* (Sujeito)** é o indivíduo ou entidade acerca dos quais são feitas afirmações (*Claims*). Podem ser utilizadores ou organizações.

Em muitos casos, as partes participantes no *Metasystem* desempenham mais que um papel e, muitas vezes, até desempenham os três, dependendo do cenário.

2. Microsoft Cardspace

O Windows Cardspace [7] é o *software* cliente da Microsoft para o *Identity Metasystem*, conhecido como selector de identidades (Figura 1). O selector torna possível que os utilizadores possam fornecer as suas identidades digitais a serviços *online* de uma forma simples, segura e confiável. Quando o utilizador pretende aceder a um determinado conteúdo de um serviço, o Windows Cardspace é automaticamente aberto, permitindo ao utilizador escolher a identidade que pretende usar para efectuar a sua autenticação no serviço. Estas identidades estão representadas na forma de cartões (*Information Cards*) tal como os cartões que estamos habituados a usar no dia-a-dia. Cada cartão está associado a uma determinada identidade digital, sendo que na realidade a informação associada a cada identidade não está guardada no cartão. O cartão tem apenas a indicação/ponteiro para os dados que a compõem. Estes cartões podem ser emitidos pelo utilizador ou por um *Identity Provider* (IdP).

Os cartões emitidos pelo utilizador são denominados de *Self Issued* e apenas contêm informação pessoal, como, por exemplo, o nome, morada e telefone.

A metáfora para o mundo físico são os cartões-de-visita. Os cartões emitidos por uma Autoridade são denominados de *Managed Cards*. Estes cartões garantem a terceiros que o cartão aponta para dados fidedignos. Desta forma garante-se a segurança dos dados, sendo possível à Autoridade que emitiu o cartão, revogá-lo ou alterá-lo.

Os dados que compõem cada identidade digital são denominados de *claims*. Identidades Digitais consistem num conjunto de *claims* feitas acerca do sujeito da identidade, em que *claims* são pequenos pedaços de informação acerca do sujeito que o emissor afirma que são válidos. Por exemplo, as *claims* que constam na carta de condução são, por exemplo, o número da carta de condução, o nome, o endereço, a data de nascimento, a entidade emissora, assinatura, fotografia e os tipos de veículo que o sujeito pode conduzir. As entidades emissoras asseguram que as *claims* que compõem cada identidade são válidas.

2.1. Especificações WS-*

A tecnologia do Microsoft Cardspace está

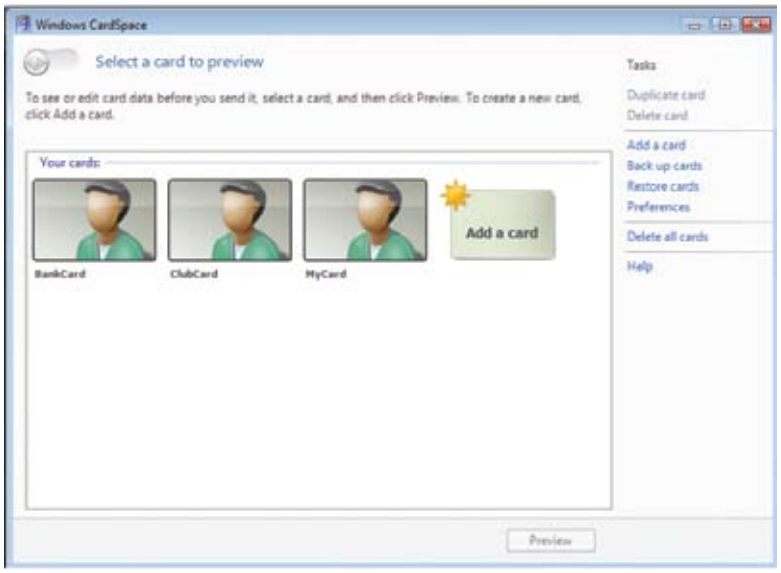

Figura 1 – MS CardSpace

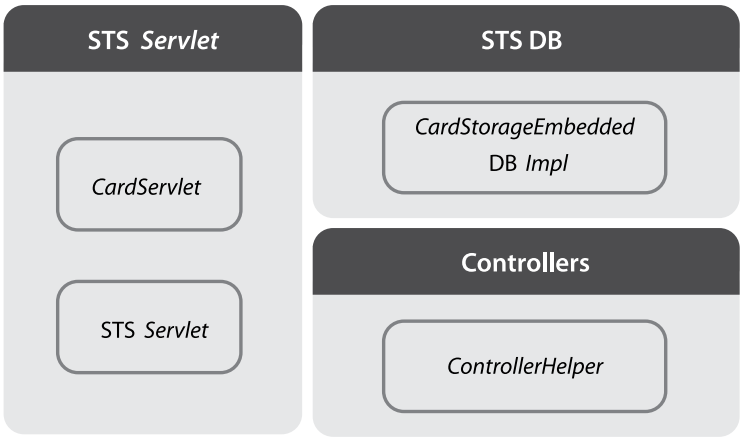

Figura 2 - Blocos funcionais do protótipo

assente em especificações abertas da WS-* *Web Services Architecture*. O protocolo para encapsular as *claims* é o WS-TRUST [6]. As negociações são conduzidas usando o WS-*MetadaExchange* [7] e o WS-*SecurityPolicy* [8]. São estes protocolos que permitem ao *Identity Metasystem* ser independente do tipo de identidades e tecnologias usadas.

3. Desenvolvimento do IdP

Esta secção apresenta de uma forma detalhada o desenvolvimento do gestor de identidades e as tecnologias associadas. O protótipo desenvolvido teve como principal objectivo criar um IdP com suporte para cartões (*Information Cards*), dando a possibilidade ao utilizador de poder criar cartões com credenciais de acesso distintas (*usernames* e *passwords* diferentes), com a intenção de os entregar a terceiros.

Para a implementação deste protótipo as tecnologias usadas foram JAVA [11], JSP [12], SQL [13], *Servlet's* [14] e Apache Tomcat [15]. Este protótipo usou como base um projecto *open source* – XMLdap [16]. O XMLdap é basicamente um *Security Token Service* (STS) [17] com uma base de dados muito limitada e suporte de *infocards*.

Foram-lhe acrescentadas várias funcionalidades, desde a gestão de utilizadores, gestão de *infocards* e duas inovações:

> A possibilidade de criar cartões com credenciais de acesso diferentes;

> IdP poder ser usado com diferentes serviços, isto é, cada serviço requerer um conjunto diferente de informações da identidade do utilizador.

3.1. Arquitectura

O protótipo está dividido em vários blocos funcionais, sendo cada um dos blocos constituído por várias classes e *servlets*. A figura 2 apresenta os blocos mais importantes.

O bloco STS *Servlet*, figura 3, é o bloco responsável pela comunicação com o exterior. É, ainda, responsável pela autenticação de cada cartão e a pela disponibilização das *claims* correspondentes. O *CardServlet* é a classe responsável pela criação dos *Managed Cards*.

O STS *Servlet*, figura 4, é a classe responsável pela emissão de *tokens* com os atributos que correspondem a um determinado *Managed Card*. Os *tokens* emitidos não são mais que um conjunto de *bytes* encriptados e assinados pelo *Identity Provider*, que expressam informação acerca da identidade digital. A assinatura digital efectuada pelo emissor garante ao receptor a autenticidade da mensagem.

A comunicação com a base de dados é abstraída pelo bloco STS DB. Este bloco é implementado na classe *CardStorageEmbeddedDBImpl*, figura 5. A classe *CardStorage* define a interface. A classe *SupportedClaims* instancia quais são as *Claims* a correspondentes a uma determinada identidade digital e por sua vez a classe *DBSupportedClaims* instancia uma *Claim* correspondente a uma determinada identidade digital. Este processo complexo de gestão de *claims*, é resposta ao requisito imposto de suportar diferentes conjuntos de *claims* para cada serviço.

O bloco *Controller*, tem como função gerir toda a interface *web* de gestão e sessões dos utilizadores, e é implementada pela classe *ControllerHelper*, figura 6.

3.2. Arquitectura da base de dados

A figura 7 representa o diagrama da base de dados implementada no protótipo. A tabela *accounts* contém os dados de registo dos utilizadores.

A tabela *cards* corresponde a cada uma das identidades virtuais criada pelo utilizador. A tabela *available*RPs tem a lista de quais os tipos de identidades digitais que o utilizador pode criar e finalmente, as tabelas *privateClaims* e rp*Name* contêm os dados necessários para a criação dinâmica das tabelas *columnName* em cada cartão.

A utilização de um IdP com as funcionalidades descritas permite o seu uso em cenários de delegação. Delegação consiste na entrega de credenciais de acesso a uma entidade, para que essa entidade possa fazer pedidos em nome do utilizador. Num

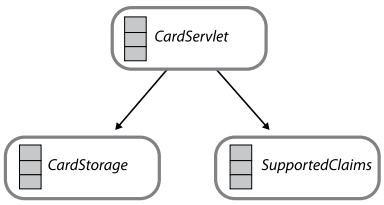

Figura 3 - *Servlet CardServlet*

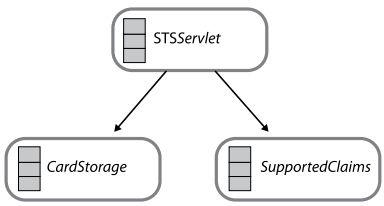

Figura 4 – *Servlet* STS *Servlet*

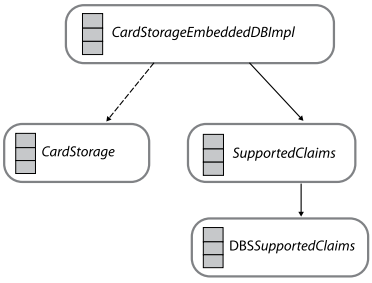

Figura 5 - *Classe CardStorageEmbeddedDBImpl*

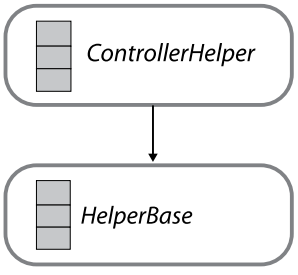

Figura 6 - *Servlet ControllerHelper*

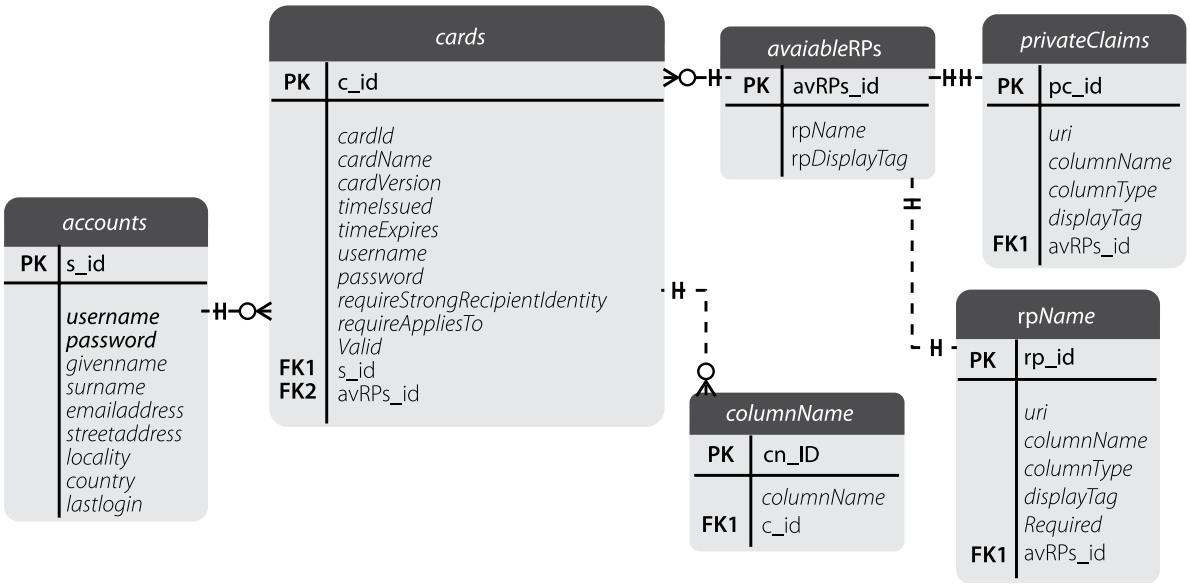

Figura 7 - Diagrama de dados

cenário de um operador de telecomunicações, delegação é a entrega dos direitos, ou parte, a outros utilizadores ou "instâncias" do mesmo utilizador. Os direitos adquiridos na qualidade de subscritor de um determinado serviço são delegados a alguém, ou algo (pessoa, aplicação ou dispositivo electrónico), mantendo todas as disposições contratuais e financeiras decorrentes da subscrição desse serviço.

4. Cenário de aplicação

Num acesso de IPTV, geralmente, o subscritor não é o único a usufruir do serviço. Por exemplo, outros membros da família poderão usufruir da mesma instância do serviço. Mas mesmo que o subscritor fosse o único a usufruir do serviço, seria interessante que este se pudesse apresentar perante o serviço com uma identidade diferente, se assim o desejasse. Actualmente não é possível fazer a distinção entre quem utiliza o serviço de IPTV num determinado momento, isto é, para um SP de IPTV é sempre o subscritor que está a utilizar o serviço. Esta limitação impede uma personalização do serviço ou aplicação de regras de quem o está a utilizar. Assim torna-se necessária a identificação de quem está a utilizar o serviço.

No cenário que a seguir se apresenta, o Serviço de IPTV dá a capacidade ao titular do contrato de subscrição, o subscritor, de criar e manter uma ou várias identidades virtuais, e respectivas políticas de acesso, estando estas identidades virtuais associadas à sua subscrição. Quem tem a responsabilidade do armazenamento das várias identidades virtuais e políticas associadas ao subscritor é o IdP. E é no IdP que o subscritor gere as identidades virtuais associadas à sua subscrição.

Neste cenário de IPTV, um subscritor criou uma identidade Filho e deu as credenciais de acesso ao seu filho para este usar cada vez que desejar aceder ao serviço de IPTV. Para aceder aos conteúdos (figura 8), o serviço de IPTV pede determinadas *claims* à *box*. A *box* apresenta ao utilizador o selector de identidades (carteira) para que este possa escolher uma de entre as que estão armazenadas. Após a escolha a *box* contacta o *Identity Provider* que emitiu aquela identidade (a escolha do *Identity Provider* é possível com base em informação guardada no cartão). O *Identity Provider* pede ao utilizador que introduza as suas credenciais de autenticação (*username* e *password*), e de seguida envia as *claims* pedidas à *box* que as redireccionará para o serviço de IPTV. Caso as *claims* fornecidas satisfaçam determinadas políticas previamente definidas pelo subscritor, ele terá acesso ao conteúdo. Exemplo de uma política seria, a identidade Filho não pode aceder a conteúdo que fosse para maiores que a sua idade.

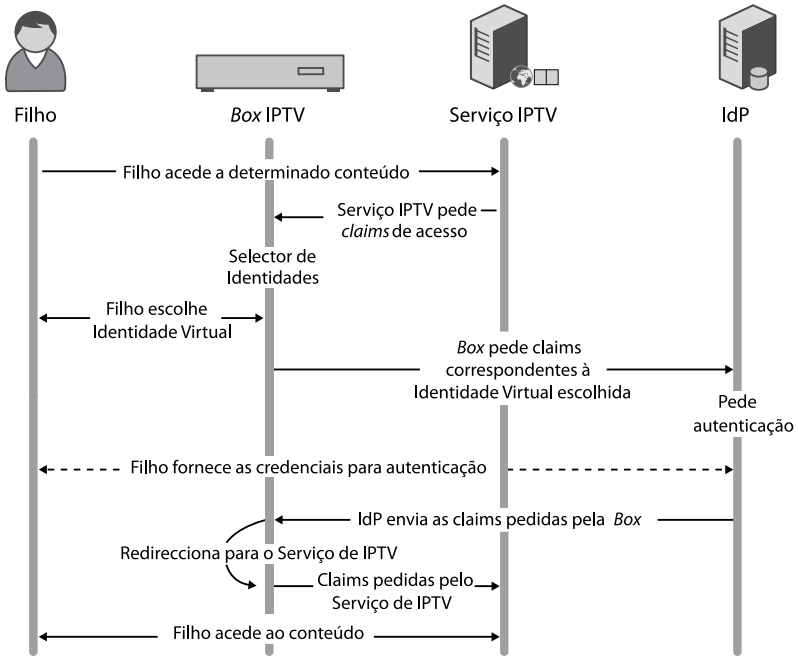

Figura 8 - Diagrama de mensagens do cenário de IPTV

5. Conclusões

Governos, legisladores, organismos de normalização, projectos de investigação e empresas, têm desenvolvido bastante trabalho nas áreas relacionadas com privacidade e gestão de identidades. A PT Inovação tem estado activamente envolvida nestes esforços ao participar activamente no projecto FP7 – SWIFT (*Secure Widespread Identities for Federated Telecommunications*) [20] e ao proporcionar ao grupo PT ser um dos membros fundadores de um *Industry Specification Group* no ETSI denominado *Identity and Access Management for Networks and Services* (INS) [21].

Este artigo, em certa medida uma continuação de [18], apresenta os desenvolvimentos que a PT Inovação tem vindo a desenvolver na área de gestão de identidades, segurança e privacidade e com os quais pretende responder às necessidades e aos requisitos impostos pelo papel e pelo domínio em que se enquadra – operador de rede e de serviços. O protótipo aqui apresentado faz já parte integrante do Gestor de Identidades da PT Inovação.

Referências

[1] http://www.wired.com/epicenter/2009/09/feds-embrace-openid/, consultado em 2009-09-21

[2] http://www.net-security.org/secworld.php?id=8129, consultado em 2009-09-21

[3] OASIS Identity Metasystem Interoperability (IMI) TC, http://www.oasisopen.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=imi

[4] Visão da Microsoft sobre o Identity Metasystem, http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms996422.aspx

[5] Leis da Identidade, http://msdn2.microsoft.com/en-us/library/ms996456.aspx

[6] Identity Blog, http://www.identityblog.com

[7] Windows Cardspace, http://msdn.microsoft.com/en-us/windows/aa663320.aspx

[8] WS-Trust 1.4, http://docs.oasis-open.org/ws-sx/ws-trust/v1.4/os/ws-trust-1.4-spec-os.pdf

[9] WS-MetadataExchange, http://www.w3.org/TR/ws-metadataexchange/

[10] WS-SecurityPolicy, http://docs.oasis-open.org/ws-sx/ws-securitypolicy/v1.2/ws-securitypolicy.html

[11] Java.sun.com - The Source for Java Developers, http://java.sun.com/

[12] JavaServer Pages Technology, http://java.sun.com/products/jsp/

[13] SQL, http://www.sql.org/

[14] Servlet's, Java Servlet Technology, http://java.sun.com/products/servlet/

[15] Apache Tomcat, http://tomcat.apache.org/

[16] XMLdap, http://xmldap.org/

[17] STS, http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa480563.aspx

[18] Ricardo Azevedo, Pedro Santos, Francisco Fontes, "Gestão de identidade e privacidade em redes convergentes: Uma análise de potencial", Revista Saber&Fazer Telecomunicações 2008

[19] http://www.credentica.com/technology.html, consultado em 2009-09-21

[20] http://www.ist-swift.org/

[21] http://portal.etsi.org/INS/ETSI%20ISG%20INS%20ToR_for%20portal.doc

Eduardo Seabra, licenciou-se Engenharia Electrónica e Telecomunicações (Mestrado Integrado) pela Universidade de Aveiro em 2009. É bolseiro de investigação do IT desde Setembro de 2009, participando no desenvolvimento de projectos na área de Gestão de Identidades.

Ricardo Azevedo, MSC em *Internet Computing* pelo Queen Mary College (Universidade de Londres) em 2006 e Licenciado em Engenharia de Computadores e Telemática pela Universidade de Aveiro em 2004. Foi bolseiro de investigação do IT desde 2004 a Fevereiro de 2006, com trabalho desenvolvido na área de QoS em redes heterogéneas de 4ª geração. Em Fevereiro de 2006 iniciou a sua actividade profissional na PT Inovação. Tem participado em diversos projectos de I&D no âmbito do IST e Eurescom nas áreas de QoS e *Network Management*, Mobilidade, Segurança, Privacidade e Gestão de Identidades.

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

Pedro Santos, Licenciado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores (ramo de telecomunicações) pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto em 2007. Em 2008 entrou na PT Inovação como estagiário, passando a colaborador no final de 2008. Tem participado activamente no Projecto Europeu FP7 "SWIFT", vários projectos Eurescom, e algumas iniciativas internas. Desde o inicio da sua actividade profissional na PT Inovação tem trabalhado em áreas como gestão de identidades, privacidade, segurança e Redes de Nova Geração.

07

IP-*enabled* SIM *Cards*. Cenários, Serviços e Modelos de Negócio

palavras-chave:
Smart Card Web Server, TCP/IP, IP-*Enabled* SIM *Cards*, Java Card 3.0, serviços, operador móvel

Ricardo Azevedo

Pedro Santos

Jorge Venes
(TMN)

Os avanços tecnológicos no domínio dos cartões digitais (U)SIM, de utilização massificada nos telemóveis, irão permitir que estes passem a incorporar uma *stack* IP (*Internet Protocol*) nativa. A introdução de uma *stack* IP nativa num elemento amplamente disseminado introduz questões que devem ser tidas em conta pelos Operadores Móveis (OM) enquanto entidades detentoras dos cartões.

É imperativo que os OM, do ponto de vista de decisão estratégica, percebam e se adaptem às novas oportunidades de negócio, ao papel que irão desempenhar na cadeia de valor, aos modelos de negócio e às oportunidades abertas por esta alteração significativa.

O actual modelo fechado de manutenção e gestão do (U)SIM em exclusivo por parte dos operadores é uma mais valia que pode e deve ser explorada. Este artigo consiste num resumo de um estudo Eurescom [1] realizado durante 6 meses com a participação de 3 operadores: Portugal Telecom, Telenor (Noruega) e Síminn (Islândia).

O estudo foca a identificação e descrição de um conjunto de aplicações, serviços e cenários potenciados pela introdução desta nova tecnologia nos cartões. De entre os diferentes segmentos estudados, dois deles foram identificados como os mais promissores – *Ticketing* e Fidelização. Para estes segmentos foram descritos os respectivos modelos de negócio utilizando a metodologia *Chesbrough* [2].

1. Introdução

A introdução de uma *stack* IP nos cartões (U)SIM proporciona a grande vantagem de suprimir as diferenças protocolares entre o domínios (U)SIM e IP. Este aumento de interoperabilidade transforma o (U)SIM num elemento central, altamente disponível e disseminado na utilização dos serviços Internet que hoje conhecemos e utilizamos. A integração torna-se mais simples e, ao mesmo tempo, traz aos Operadores Móveis novas oportunidades de negócio, em particular serviços inovadores e seguros integrando Web 2.0.

A nova geração de (U)SIM não só introduz suporte IP nativo como também: protocolos de nível superior – TCP, UDP, HTTP(S) – maior poder de processamento, maior capacidade de armazenamento, nova versão *Javacard* [5] e um servidor HTTP(S) completo com suporte para *Servlets* JAVA, designado vulgarmente por *Smart Card Web Server* (SCWS) [3][4].

O enriquecimento, em termos de usabilidade, serviços, interacção e liberdade trazido pelos serviços Web2.0 tem proporcionado, a diferentes parceiros, a possibilidade de criar e publicar novos serviços, de uma forma simples e prática. A capacidade de ter um elemento seguro, controlado pelo operador e capaz de suportar serviços localmente, com informação remota e/ou local vem melhorar e resolver, do ponto de vista dos clientes, um conjunto de questões relacionadas com a segurança e a privacidade da informação que facultam a terceiros. Um serviço de localização pode ser suportado localmente no cartão sem que a informação da localização saia do cartão/telemóvel. Desta forma, a privacidade do cliente não é posta em causa.

Do ponto de vista dos OM é essencial identificar não só os modelos de negócio, mas também as barreiras existentes aquando da introdução de novos serviços potenciados pelas funcionalidades futuras do (U)SIM[1]. A questão é ainda mais pertinente pelo aparecimento e disseminação de tecnologias de *Near Field Communication* (NFC). A utilização destas tecnologias poderá revolucionar a forma como os clientes utilizam serviços nos seus telemóveis.

Este artigo apresenta a identificação de segmentos, serviços e cenários potenciados pelas novas funcionalidades presentes nos (U)SIM de próxima geração. Para isso foi identificado um conjunto de segmentos, avaliados de acordo com a visão de cada um dos parceiros do estudo e para um dos[2] segmentos mais cotados foi descrito um modelo de negócio seguindo a metodologia *Chesbrough* [2].

2. Segmentos identificados

A categorização dos diferentes segmentos e áreas de negócio é apresentada, de forma resumida, nesta secção. A tabela 1 apresenta as sete áreas de negócio identificadas. Uma breve descrição de cada uma é apresentada de seguida.

2.1. Financeiro

O segmento financeiro engloba serviços como transacções de dinheiro, pagamentos, interacção com serviços bancários, visualização de saldo, etc. Os serviços deste segmento necessitam de elevadas garantias de segurança e alguns deles têm sido implementados e demonstrados por operadores em todo o mundo.

Uma das vantagens claras da utilização de IP no (U)SIM tem a ver com a interoperabilidade com mecanismos de micro-pagamento, que se assumem como alternativa para pequenos pagamentos numerários, tipicamente feitos com moedas. [6]

2.2. *Ticketing*

Este segmento inclui serviços relacionados com a venda e distribuição de bilhetes. A possibilidade de compra e a utilização do bilhete através do telemóvel garante vantagens para os clientes e para o ambiente (*paperless*) [7]. Pode ainda associar-se a recepção e manutenção, por parte dos clientes, dos recibos/facturas directamente no telemóvel. A utilização de tecnologia NFC assume-se como factor-chave na utilização deste tipo de serviços.

1 Outras funcionalidades como NFC (*Near Field Communication*) ajudarão, em conjunto, a disseminar e a desenhar novos serviços.
2 Por limitações de espaço decidiu-se apresentar apenas um dos dois modelos de negócio, trabalhados durante o estudo que este artigo sumariza.

Segmento	Área de negócio
Financeiro (S1)	• *Mobile banking* • Micro-pagamentos
Ticketing (S2)	• Entretenimento • Transportes
Informação (S3)	• Saúde • Media • Notícias • Entretenimento
Fidelização (S4)	• Restaurantes • Lojas • Entretenimento
Certificados/Segurança (S5)	• Bancos • Governo • Assinaturas Digitais
Gestão Remota (S6)	• Configuração do terminal • Ajuda *on-line*
Publicidade (S7)	• Entretenimento • Anúncios

Tabela 1 – Segmentos de serviço e área de negócio identificadas

2.3. Informação

Esta área de negócio é bastante abrangente e passa pela utilização de informação recebida ou facultada pelo telemóvel ou (U)SIM. A possibilidade de compor serviços no (U)SIM e o suporte para o protocolo IP garante mais segurança e privacidade e melhores mecanismos de interoperabilidade entre os seviços públicos e acessíveis actualmente na Internet.

2.4. Fidelização

A utilização actual de cartões de fidelização apresenta várias desvantagens: o esquecimento dos cartões, a impossibilidade de recolher benefícios durante a compra, a necessidade de acumular um cartão por serviço, a reticência por parte dos clientes em aderir a novos programa de fidelização e a dificuldade em ver os pontos adquiridos, entre outras.

As vantagens de utilizar o (U)SIM como um elemento central de aprovisionamento de todos os cartões de fidelização (virtuais) são evidentes, e englobam a facilidade de interoperabilidade, o espaço de armazenamento e o suporte de NFC, entre outros.

2.5. Certificados/Segurança

O (U)SIM assumiu-se desde sempre como um dispositivo capaz de garantir um elevado nível de segurança, e como tal tem sido utilizado como elemento fundamental no processo de autenticação dos clientes nas redes móveis. A elevada fiabilidade das suas funcionalidades de segurança e encriptação tem sido de certa forma subaproveitada pelos operadores, e poderá vir a ser usada na base de serviços de assinatura digital de documentos e geração de certificados em nome do utilizador.

2.6. Gestão remota

Este segmento inclui serviços que facilitam a interacção com o cliente aquando da compra do dispositivo móvel ou a utilização de mecanismos de ajuda *online*. A capacidade para executar aplicações *web* directamente no (U)SIM confere ao operador a possibilidade de desenhar aplicações únicas, apelativas e simples de utilizar, através do *container* SCWS. A tecnologia IP do cartão garante ainda uma maior facilidade de comunicação entre os sistemas do operador e a informação armazenada no cartão.

2.7. Publicidade

Assiste-se actualmente à utilização de publicidade direccionada como paradigma que garante o acesso gratuito, por parte dos clientes, a determinados serviços [8]. As funcionalidades presentes no (U)SIM, o suporte IP, o SCWS e a velocidade USB de acesso ao cartão poderão do mesmo modo garantir aos OM a utilização do paradigma em seu proveito. A publicidade poderá ser transferida para o cartão de uma forma transparente para o utilizador e ser utilizada apenas quando for proveitoso para o operador ou provedor de serviço.

3. Avaliação dos segmentos

A avaliação seguiu uma metodologia baseada em dois critérios: i) **Oportunidade/Potencial** e ii) **Exequibilidade.** Cada critério é constituido por um conjunto de factores que correspondem a um conjunto de tópicos/perguntas. A cada factor foi dado um valor entre 1 e 5, e o resultado de cada critério é a média aritmética desses valores. A avaliação, efectuada independemente por cada pessoa envolvida no estudo (por parceiro), num total de 7, estão apresentados, de forma agregada, na tabela 2. A classificação final, utilizada para a escolha dos segmentos mais promissores foi obtida

Grupo	(S1) Financeiro	(S2) *Ticketing*	(S3) Informação	(S4) Fidelização	(S5) Certificados/ Segurança	(S6) Gestão Remota	(S7) Publicidade
Oportunidade/Potencial	3,50	3,79	3,33	3,63	2,67	3,67	2,79
Exequibilidade	3,08	3,67	3,25	3,50	2,42	2,92	3,46
Classificação final	5	1	6	2	7	4	3

Tabela 2 – Resultado da avaliação

através da média aritmética dos critérios.

A **Oportunidade/Potêncial** engloba diversos factores:

> **Aceitação dos clientes** – O serviço é fácil de usar? Há uma vantagem clara do ponto de vista dos clientes? Existirão reservas em usar o serviço?

> **Perspectiva de mercado** – Qual o lucro associado ao segmento? O mercado é amplo ou reduzido?

> **Diferenciação** – Qual o aspecto diferenciador dos serviços já existentes no mercado?

> **Barreiras de mercado** – Quais as barreiras, por exemplo em termos de regulação, técnicas ou competição agressiva?

No que respeita à **exequibilidade** os factores que a constituem são:

> **Esforço técnico** – As tecnologias necessárias já estão disponíveis e maduras? O Operador Móvel detém o *know-how* necessário?

> **Complexidade organizacional** – São necessários muitas organizações e/ou parceiros? Qual o esforço para ter uma solução sustentável?

> **Esforços de publicitação** – É simples explicar e publicitar o serviço? Os clientes percebem as vantagens?

> ***Time-to-market*** – Quanto tempo necessitam os Operadores Móveis para disponibilizar o serviço?

Os segmentos mais bem cotados são o i) *Ticketing* e a ii) Fidelização uma vez que apresentam cotações elevadas no que respeita ao grau de exequibilidade, *time-to-market* e grande aceitação pelos clientes. O segmento referente à Publicidade apresenta-se, também, como um bom candidato a um estudo posterior.

A secção seguinte apresenta de uma forma resumida o modelo de negócio apenas para um dos segmentos: *Ticketing*[3].

4. Modelos de negócio para o segmento *Ticketing*

Este segmento tem um potencial bastante abrangente, uma vez que poderá ser utilizado num variado conjunto de domínios: transportes (aéreos, ferroviários, etc), entrada em espectáculos, eventos, museus, etc. O modelo de negócio, apresentado nas secções seguintes, foi descrito seguindo a metodologia "*Chesbrough Business Modelling*" [2]. A metodologia foi ajustada de forma a cobrir de uma forma mais compreensível o domínio em questão.

Do modelo fazem parte 6 tópicos:

> Valor acrescentado (*Value proposition*);
> Custo da estrutura e potêncial lucro (*Cost structure and profit potential*);

> Posicionamento (*Position in value network*);

> Clientes e segmentos de mercado (*Customer and market segments*);
> Estratégia de posicionamento e competição (*Strategy for positioning and competition*);

> Realização técnica (*Technical realization*).

4.1. Valor acrescentado

Actualmente os bilhetes são vendidos electronicamente ou à entrada do evento. A compra electrónica elimina um conjunto de desvantagens, mas ainda assim persiste a questão associada à necessidade de impressão dos bilhetes. Os benefícios identificados na utilização de bilhetes comprados electronicamente e armazenados no (U)SIM são apresentados na tabela 3.

4.2. Custo da estrutura e potencial lucro

Num primeiro momento a utilização de bilhetes electrónicos não poderá substituir completamente o actual processo. A transição será lenta e ambos os sistemas terão de co-existir durante algum tempo. Esta necessidade de co-existência é a razão principal para que o novo sistema seja barato, simples e com claros benefícios para os diversos intervenientes.

Considerando que o elemento de venda de bilhetes necessita do apoio um provedor de serviço – o Operador Móvel – são apresentados de seguida quatro modelos que identificam as formas de lucro, para o

Vantagens	Vendedor	Cliente
Melhoria de experiência e simplicidade na compra dos bilhetes.		X
Supressão das filas na compra de bilhetes.		X
Mitigação do risco de bilhetes esgotados aquando da presença do cliente no local.	X	X
Eliminação do suporte papel - a compra, o uso e o recibo são completamente digitais (*paper-less*).	X	X
Diminuição do risco de esquecimento do bilhete - esquecer o telemóvel é menos provável do que esquecer o bilhete em papel.		X
Se o telemóvel for perdido ou roubado os bilhetes no (U)SIM podem ser revogados rapidamente e sem custos associados. A perda de um telemóvel é notada rapidamente. Os bilhetes, guardados no (U)SIM poderão estar protegidos pelo PIN de forma a não serem usados por terceiros.	X	X
Possibilidade de associar e actualizar informação dinâmica ao bilhete (atrasos, alterações, etc.). O cliente pode receber notificações cada vez que há uma alteração	X	X
Redução de custos relativos a pessoal e aumento de eficiência	X	

Tabela 3 – Valor acrescentado (resumo)

[3] Por limitações de espaço decidiu-se apresentar apenas um dos dois modelos de negócio, descritos durante o estudo que este artigo sumariza.

operador, associados ao serviço.

> **Percentagem do preço do bilhete** – Este modelo é justo se o preço dos bilhetes não variar muito. No entanto, e como o mercado é bastante abrangente, podemos estar a falar da venda de bilhetes de cinema, comboio ou avião. Esta abrangência reduz a aplicabilidade deste modelo, uma vez que as grandezas relativas aos valores dos bilhetes poderão não ser comparáveis;

> **Valor fixo por cada bilhete** – Quando comparado com o modelo anterior parece mais justo, uma vez que se baseia no custo de emissão do bilhete e não no valor do bilhete. Mas se é verdade que o custo de emitir um bilhete de avião para o destino A poderá ser o mesmo que para o destino B, não é verdade que emitir um bilhete de avião tenha o mesmo custo que emitir um bilhete de autocarro ou metro. Esta diferença introduz problemas de competição que nos levam a não assumir este modelo como o mais apropriado;

> **Valor mensal** – Os modelos anteriores fazem variar o valor do bilhete no custo associado à venda de bilhetes electrónicos. O modelo aqui apresentado está associado ao pagamento de um valor mensal acordado previamente. Com a flexibilidade introduza por este modelo, o Operador não tem de saber quantos bilhetes são vendidos e em que condições. Parece-nos o mais acertado para responder às necessidades do serviço apresentado neste artigo;

> **Publicidade** – Semelhante ao praticado hoje nas vendas tradicionais, pela impressão de publicidade no verso dos bilhetes, a venda electrónica poderá aplicar conceitos de publicidade *online* [8] e associá-los aos bilhetes electrónicos. Embora seja uma forma bastante utilizada actualmente, e com grande potencial, não nos parece tão seguro, estável e estruturado do ponto de vista dos Operadores Móveis quando comparado com o modelo anterior.

Da análise comparativa dos quatro modelos supracitados, a utilização de um valor mensal pago pelo vendedor ao Operador, pelos serviços prestados na venda dos bilhetes, é o cenário mais favorável. Por um lado, este modelo, retira o ónus ao OM de ter de controlar o número de bilhetes vendidos e os seus preços, e por outro lado não necessita da inclusão de sistemas menos seguros ou estáveis (como é o caso da publicidade) para permitir o funcionamento do sistema de uma forma rentável.

4.2.1. Posicionamento

A figura 1 apresenta os actores e as funções envolvidas no cenário, bem como os papéis que o Operador Móvel pode desempenhar e as relações que mantém com outros *stakeholders*.

Os clientes adquirem informação sobre o bilhete (disponibilidade, preço, tipo, etc.) directamente do vendedor (ligação A). Esta informação é sincronizada com o sistema de reservas/vendas (ligação B). Quando um cliente efectua a compra a transacção é validada pelo sistema de facturação que interage com a entidade financeira (ex. Banco) para validação do método e do valor de pagamento (ligação C). Finalmente se a trasacção for bem sucedida o bilhete é enviado, em formato electrónico, para o (U)SIM do cliente, tirando partido das capacidades IP do cartão (ligação D).
Outros *stakeholders* como o fabricante e vendedor de cartões e equipamentos têm pouco contacto com o cliente e consequentemente poderão ter pouca influência no cenário. Embora em primeira análise sejam eles a desenvolver a tecnologia, seria difícil desenvolvê-la e introduzi-la sem os cenários e requisitos requeridos maioritariamente pelos operadores.

4.2.2. Clientes e segmentos de mercado

O segmento de mercado é abrangente e qualquer pessoa é um potêncial utilizador do cenário aqui apresentado. No entanto, há que evidenciar o grupo em que o serviço terá mais impacto.

Nesse sentido, os clientes-tipo deste serviço são indivíduos que:

> Têm independência financeira;

> Têm um dispositivo móvel "avançado";

> Detêm um mínimo de conhecimento técnico e competência para trabalhar com um dispositivo móvel;

> Utilizam transportes com alguma frequência ou assistem a eventos.

A abrangência, a simplicidade e as vantagens colocam o intervalo de idades dos potênciais clientes entre os 15 e os 70 anos. No entanto é esperado um maior nível de penetração em indivíduos com idades entre os 20 e os 40 anos [11].

4.2.3. Estratégia de posicionamento e competição

O potencial lucro para os Operadores Móveis está associado particularmente ao seguinte:

> **Utilização da infra-estrutura** - Inclui os mecanismos de facturação do Operador e a utilização das redes de transporte (GPRS/3G);

> **Utilização das funcionalidades do (U) SIM** – Aluguer de espaço no cartão;

> **Utilização de serviços de gestão** – acesso a API disponibilizadas pelo Opera-

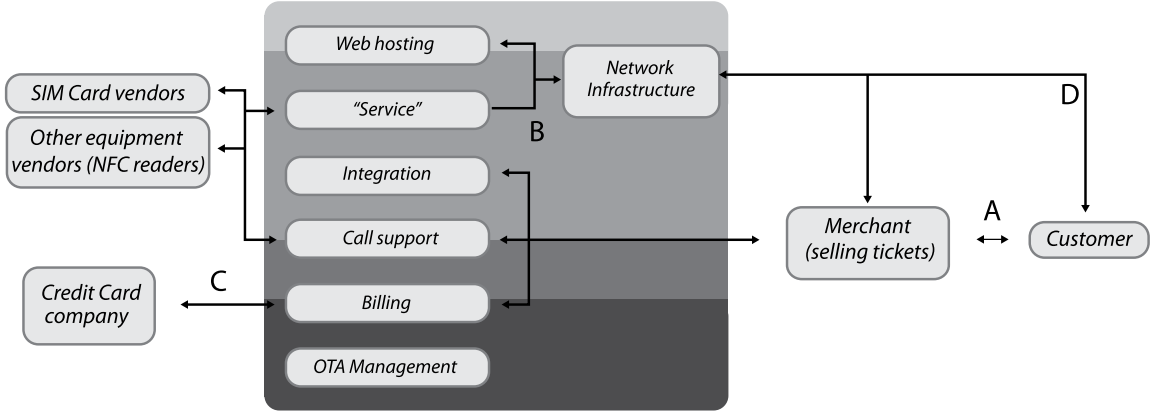

Figura 1 – Papéis que o Operador Móvel pode desempenhar

dor para que terceiros possam operar no cartão.

A figura 2 apresenta três diferentes aproximações para o fluxo de pagamentos entre os diferentes *stakeholders*. A solução actual é apresentada a negro. O lucro para o Operador está apenas relacionado com a subscrição que o cliente tem com o Operador e os dados que este envia utilizando a rede do Operador. O telemóvel é usado para a compra, mas o mecanismo de compra e recepção dos bilhetes é o tradicional.

Com o cenário aqui apresentado o Operador poderá reclamar pagamentos de outro genéro, como receber pelo acesso ao cartão (U)SIM ou à plataforma de Gestão *Over-The-Air (*OTA). Estes pagamentos podem ser pedidos a todos os provedores de serviço (a vermelho na figura) ou através de um *Trusted Service Manager* (TSM), a azul na Figura 2.

4.2.4. Realização técnica

A realização técnica do cenário pressupõe a existência de cartões (U)SIM e telemóveis com suporte de tecnologias IP, NFC, e sistemas operativos multi-tarefas.

No cenário descrito, é da responsabilidade do Operador Móvel disponibilizar toda a infrastructura necessária:

> Gestão remota de cartões (U)SIM;

> Comunicação OTA entre o cartão e o servidor remoto;

> Plataforma de contabilização e facturação.

Outros elementos para facilitar funcionalidades como localização do cliente poderão também ser colocadas à disposição pelo Operador.

5. Conclusões

O estudo resumido neste artigo teve como objectivos a realização de um levantamento exaustivo do estado da arte das tecnologias associadas a cartões (U)SIM [4] e a especificação de um conjunto de serviços que beneficiariam da utilização de cartões (U)SIM com suporte à tecnologia IP. A identificação de serviços resultou num variado número de segmentos de negócio que conduziu a uma availação de forma a escolher apenas dois. Aos dois segmentos escolhidos foi aplicada a metedologia *Chesbrough* [2] para descrever o modelo de negócio focado no Operador Móvel [5].

O cartão (U)SIM é um elemento seguro, fechado, controlado e detido pelos Operadores móveis. É uma mais valia que pode, e deve, ser mais bem aproveitada. Os Operadores têm ainda a vantagem de controlarem e deterem o *know-how* num ecosistema fechado e de difícil entrada para outros *players*. O segmento seleccionado – *Ticketing* – e respectivo modelo de negócio aqui descrito apresentam claras vantagens e benefícios financeiros para os Operadores. Há no entanto a salientar alguns aspectos que poderão alterar o actual contexto. Há actualmente uma tentativa dos fabricantes de telemóveis em retirar o cartão (U)SIM, transformando-o num softSIM (pedaço de *software* no telefone com caracteristicas semelhantes ao elemento físico SIM) [10].

Por outro lado, questões relacionadas com o *branding* dos serviços e a cedência de dados privados dos clientes a parceiros poderão levantar algumas dificuldades iniciais, acrescidas, também, pela necessidade de trocar os cartões actuais por cartões com suporte das novas funcionalidades.

Acrescente-se finalmente que a colocação de funcionalidades nos cartões (U)SIM traduz-se numa vantagem do ponto de vista do Operador Móvel, uma vez que reduz a dependência de telemóveis "topo de gama" e aumenta a possibilidade de oferecer serviços inovadores com telemóveis de uma gama média – essencial em paises em vias de desenvolvimento.

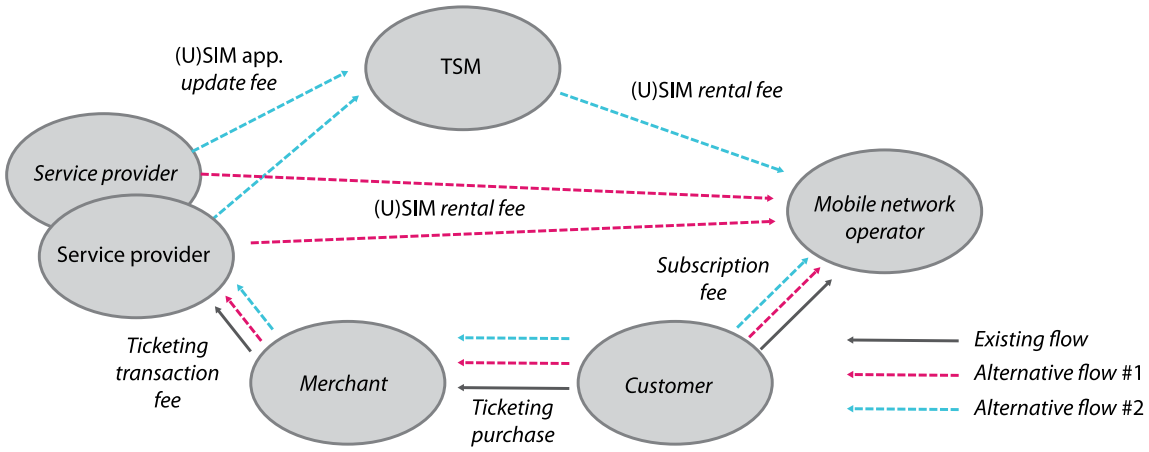

Figura 2 – Actual *Flow* de pagamentos vs duas novas possibilidades

Referências

[1] Estudo Eurescom "P1854 – Implications of IP-enabled SIM cards for Mobile Network Operators" – http://www.eurescom.eu/Public/Projects/P1800-series/P1854/default.asp

[2] Henry W. Chesbrough, "Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology"

[3] Open Mobile Alliance (OMA): "Smart Card Web Server", V1.1, 2008

[4] Ricardo Azevedo (Editor), Pedro Santos, Ólafur Ingþórsson, Ólafur Páll Einarsson, Kjetil Haslum, Fritjof Boger Engelhardtsen, Brynjar Viken "State of the art and Market trends for IP-enabled (U)SIM Cards", Março 2009

[5] Olafur Pall Einarsson (Editor), Ólafur Ingþórsson, Ólafur Páll Einarsson, Kjetil Haslum, Fritjof Boger Engelhardtsen, Brynjar Viken, Ricardo Azevedo, Pedro Santos, "Opportunities from IP enabled SIM cards for MNOs" e "Annex and Supplementary Material", Maio 2009

[6] Sun Microsystems: "The Java Card 3 Platform", White Paper, Agosto de 2008

[7] Wireless Watch Japan: DoCoMo to Launch Mobile Payments with JCB, Mastercard, Visa, consultado em Abril de 2009, http://wirelesswatch.jp/2003/05/22/docomo-to-launch-mobile-payments-with-jcb-mastercard-visa/

[8] Telenor Official Website, Buy Tickets on your Mobile phone, consultado em Maio de 2009, http://www.telenor.com/en/news-and-media/news/2009/bus-tickets-mobile

[9] Google AdSense, consultado em Abril 2009, https://www.google.com/adsense/

[10] Death of the SIM card? , consultado em Setembro 2009, http://www.telco2.net/blog/2007/05/death_of_the_sim_card.html

[11] http://blumenthals.com/blog/2007/01/22/comscore-reasearch-on-cell-phone-use-by-age-group/, consultado em Setembro 2009

Ricardo Azevedo, MSC em *Internet Computing* pelo Queen Mary College (Universidade de Londres) em 2006 e licenciado em Engenharia de Computadores e Telemática pela Universidade de Aveiro em 2004. Foi bolseiro de investigação do IT desde 2004 a Fevereiro de 2006, com trabalho desenvolvido na área de QoS em redes heterogéneas de 4ª geração. Em Fevereiro de 2006 iniciou a sua actividade profissional na PT Inovação. Tem participado em diversos projectos de I&D no âmbito do IST e Eurescom nas áreas de QoS e *Network Management*, Mobilidade, Segurança, Privacidade e Gestão de Identidades.

Pedro Santos, licenciado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores (ramo de telecomunicações) pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto em 2007. Em 2008 entrou na PT Inovação como estagiário, passando a colaborador no final de 2008. Tem participado activamente no Projecto Europeu FP7 "SWIFT", vários projectos Eurescom, e algumas iniciativas internas. Desde o inicio da sua actividade profissional na PT Inovação tem trabalhado em áreas como gestão de identidades, privacidade, segurança e Redes de Nova Geração.

Jorge Venes é licenciado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores pelo Instituto Superior Técnico. Foi bolseiro de investigação no Instituto de Telecomunicações (IT), tendo participado em projectos da Information Society of Technologies/ União Europeia de investigação na área dos Sistemas de Comunicações Móveis. Tem dois artigos publicados na Conference on Telecommunications do IT. Ingressou na TMN no início de 2005 e trabalhou até Maio de 2009 como Gestor de Projecto no Departamento de Cartões da Direcção de Equipamento Terminal Móvel. Possui vasta experiência em projectos de desenvolvimento e gestão de cartões SIM e plataformas OTA (*Over-the-Air*). Actualmente é coordenador de operações de configuração centralizada da rede móvel.

08

Chamadas de Emergência em Redes de Próxima Geração

palavras-chave:
Serviços de Emergência, Redes Convergentes, IP *Multimedia Subsystem*

Nuno Ribeiro

José Carlos Silva

António Amaral

Sérgio da Silva

A evolução de Redes Legadas para Redes de Próxima Geração (RPG) ou redes IMS (IP *Multimedia Subsystem*), é cada vez mais um cenário real que deve ser colocado à consideração dos Operadores de Telecomunicações.

Para além de novos serviços, as redes IMS, devem também disponibilizar serviços fundamentais existentes nas redes actuais. Um exemplo desses serviços é o Serviço de Chamadas de Emergência.

Este artigo endereça a problemática da implementação do controlo de Chamadas de Emergência ao nível do *Core Network* e apresenta possíveis soluções fundamentadas no estudo e análise do estado da arte, no âmbito dos organismos de normalização 3GPP e TISPAN.

1. Introdução

A evolução das Redes de Telecomunicações permite cada vez mais fornecer aos utilizadores finais serviços ricos em termos de conteúdo e elaborados em termos de funcionalidades. Esta evolução é sustentada numa nova definição de arquitectura de rede elaborada pelo organismo de normalização 3GPP, designada por IP *Multimedia Subsystem* (IMS).

O IMS permite a integração de aplicações multimédia baseadas em IP e, permite também o estabelecimento de sessões multimédia entre utilizadores de redes de comutação de pacotes (WLAN, xDSL, WiMAX, etc.) e utilizadores de redes de comutação de circuitos (PSTN, ISDN, PLMN, …). Trata-se de uma arquitectura independente da rede de acesso, que providencia a separação das camadas de transporte, de controlo e de serviços. A possibilidade de adicionar, modificar e remover sessões durante uma sessão multimédia, permite a evolução natural dos serviços podendo combinar vários componentes de *media* (vídeo, voz, etc.).

A evolução da rede IMS despoleta o aparecimento de novos serviços, permitindo que os operadores de telecomunicações possam explorar outras áreas de negócio. No entanto, existem serviços actuais que devem ser suportados obrigatoriamente nas redes IMS, quer por questões de estratégia de negócio, quer por imposição dos reguladores de comunicações.

O serviço de Chamadas de Emergência é um exemplo dos serviços obrigatórios que devem ser suportados nas redes IMS. Este serviço numa rede IMS obriga a que qualquer utilizador, independentemente da rede de acesso, possa fazer uma chamada de emergência (112, 117, etc.), mesmo que este não esteja registado na rede IMS.

Apesar de ser considerado como um dos serviços de elevada importância, a sua especificação ainda não se encontra actualmente fechada pelos organismos de normalização.

2. Chamadas de emergência em IMS

As Chamadas de Emergência diferenciam-se das restantes por se destinarem especificamente a um conjunto de entidades que disponibilizam diferentes serviços de emergência, como por exemplo, a Polícia, o INEM ou a Protecção Civil.

Estas entidades definem-se como *Public Safety Answering Point* (PSAP). As redes públicas de comunicações são obrigadas a disponibilizar meios que permitam o encaminhamento fiável das chamadas de emergência para os PSAP. O encaminhamento destas chamadas deve obedecer à legislação imposta pelo regulador.

2.1. Requisitos

No estabelecimento de chamadas de emergência, devem ser tomados em consideração os seguintes requisitos:

> Um utilizador deve realizar chamadas de emergência sem qualquer restrição (eg. barramento chamada, falta de saldo, etc.);

> As chamadas devem ser entregues de forma fiável;

> As chamadas devem ser entregues ao PSAP mais próximo do utilizador que efectua a chamada;

> As chamadas de emergência devem ter prioridade sobre as restantes chamadas;

> O PSAP deve ser informado da localização do utilizador que realiza a chamada.

Para além dos requisitos anteriores, a necessidade de adquirir a informação de localização do terminal durante o estabelecimento de uma chamada de emergência, apresenta-se também como um requisito obrigatório nas redes de próxima geração. Actualmente, os organismos de normalização definem quatro cenários possíveis para implementação deste requisito, prevendo-se que o Cenário 3 seja o mais utilizado.

Cenário 1:
O terminal conhece a sua própria localização: quando se inicia a chamada de emergência, a informação é incorporada nas mensagens de sinalização;

Cenário 2:
O terminal recebe a informação da sua localização através da rede (por exemplo recorrendo a procedimentos definidos pelo *Secure User Plane Location Architecture*);

Cenário 3:
A rede *core* IMS é responsável pela determinação da informação de localização (através da interacção com um componente de localização);

Cenário 4:
A informação de localização não é necessária para efectuar o encaminhamento da chamada de emergência pela rede IMS.

A informação da localização da origem da chamada é fundamental para (i) determinar qual o PSAP mais próximo do utilizador para onde deve ser encaminhada a chamada e (ii) para que o PSAP conheça a localização efectiva do utilizador, informação essa que é importante para as entidades que prestam serviços de emergência. A informação de localização da origem da chamada pode ser disponibilizada ao PSAP no início, durante ou no final da chamada.

2.2. Arquitectura

Os organismos de normalização deram início aos estudos para o suporte dos serviços de emergência na arquitectura IMS, a partir das primeiras *Releases* das especificações. No entanto, só a partir da *Release* 7 é que surgiu a primeira estrutura de rede que contempla todos os requisitos dos cenários de emergência, onde foram especificadas duas novas entidades na arquitectura: o *Location Retrieval Function* (LRF) e o *Emergency-Serving Call Session Control Function* (E-CSCF).

A figura 1 apresenta a arquitectura IMS de suporte ao serviço de chamadas de emergência.

2.2.1. *Proxy-call Session Control Function*

O P-CSCF é a primeira entidade da rede IMS a receber todas as chamadas originadas pelo equipamento do utilizador, por isso, tem como obrigação distinguir as chamadas de emergência das restantes chamadas. Para além disso deve ser capaz de implementar as seguintes funcionalidades:

> Permitir ou rejeitar (mediante o regulador) chamadas de emergência com origem anónima: um utilizador pode não ter um cartão USIM/ISIM no seu dispositivo móvel e, nesta situação, as chamadas de emergência são iniciadas sem identificação do utilizador;

> Permitir ou rejeitar o estabelecimento de chamadas de emergência baseado na presença de cabeçalhos SIP: existem terminais que não implementam correctamente a norma e pode ser necessário rejeitar chamadas nestas situações;

> Permitir ou rejeitar (mediante as regras do operador) chamadas de emergência originadas por utilizadores não registados na rede IMS;

> Caso seja necessário, interrogar elementos da rede para saber a localização do utilizador. Tipicamente este cenário verifica-se em redes de acesso xDSL onde existe um elemento (que contém informação de localização) com o qual o P-CSCF comunica;

> Seleccionar o E-CSCF da rede para onde deve ser encaminhada a chamada de emergência;

> Dar maior prioridade a chamadas de emergência;

> Validar a origem da chamada para utilizadores registados na rede IMS, de forma a evitar chamadas de emergência com identidades falsas;

> Em casos de *roaming* pode indicar ao equipamento do utilizador que a chamada deve ser realizada na rede visitada (rede em *roaming*).

2.2.2. *Emergency-Serving Call Session Control Function*

O E-CSCF é responsável por encaminhar as chamadas para o PSAP mais próximo do utilizador, a partir da informação recebida da entidade *Location Retrieval Function* (LRF) que contém informação de localização dos utilizadores e dos PSAP.

O LRF determina a localização física do utilizador mediante informação enviada pelo E-CSCF. Embora a comunicação com o LRF seja principalmente para determinar qual o PSAP mais próximo do utilizador, é também possível que o E-CSCF comunique com o LRF para validar informação de localização contida no pedido de emergência. Esta validação acontece em situações em que o terminal sabe a sua localização e coloca a mesma no pedido de emergência.

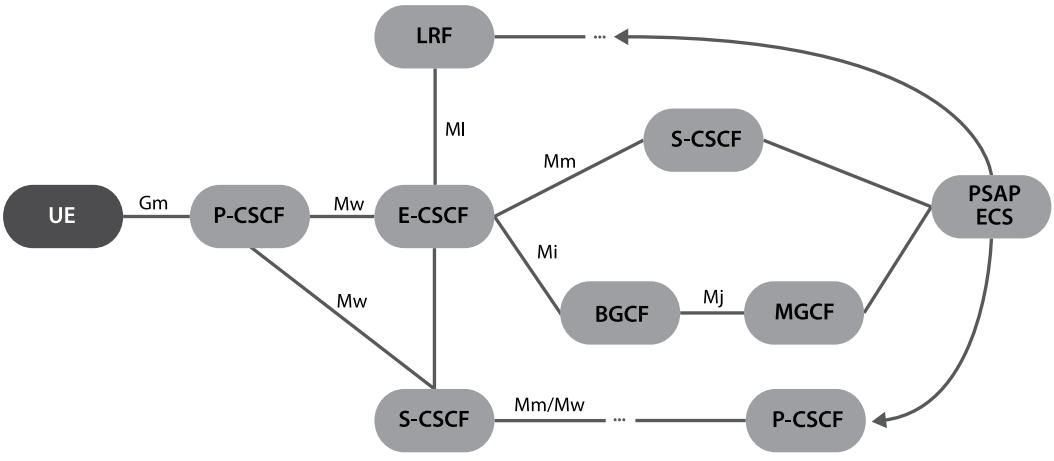

Figura 1 - Arquitectura IMS considerando o suporte de serviços de emergência

O E-CSCF para além de encaminhar as chamadas de emergência para um PSAP, pode também encaminhar as chamadas para um *Emergency Call Server* (ECS), mediante as políticas do operador ou do regulador.

No estabelecimento das chamadas de emergência, o E-CSCF encaminha as chamadas de emergência directamente para o PSAP (caso o PSAP seja elemento IMS) ou para a PSTN (caso o PSAP seja um elemento da PSTN).

2.2.3. *Location Retrieval Function*

O LRF é responsável por determinar a informação de encaminhamento que o E-CSCF deverá utilizar para o estabelecimento da chamada de emergência. Interage também com o *Connectivity Session Location and Repository Function* (CLF) e com o *Gateway Mobile Location Center* (GMLC), que são os servidores de localização para as redes fixas e móveis, respectivamente. Para além disso, é ainda responsável pela gestão do identificador *Emergency Service Query Key* (ESQK), que é utilizado pelo PSAP de modo a questionar o LRF acerca de informação de localização actualizada da posição do terminal, e opcionalmente um número de retorno permitindo a comunicação entre o PSAP e o utilizador.

O LRF determina o PSAP localizado mais próximo do terminal que está a solicitar a chamada de emergência, baseado em regras estáticas ou dinâmicas, de acordo com o operador. Note-se que o LRF poderá receber informação de localização enviada pelo terminal (por exemplo coordenadas GPS ou uma morada) de modo que terá de suportar o mapeamento deste tipo de dados em coordenadas cartográficas e/ou geodésicas para ser possível determinar correctamente o PSAP mais perto do utilizador.

2.2.4. *Serving-Call Session Control Function*

O S-CSCF, no contexto de serviços de emergência, é responsável por gerir os registos de emergência. O registo de emergência permite que os utilizadores, que não estejam registados na rede IMS, obtenham um identificador (número de telefone) para poderem receber a chamada de retorno, caso seja necessário. Este aspecto é particularmente importante, já que um dos requisitos das chamadas de emergência é permitir chamadas de retorno.

Embora seja o S-CSCF o elemento responsável por gerir o registo e a atribuição do número de retorno, cabe ao terminal do utilizador efectuar um registo de emergência ao iniciar uma sessão de emergência.

2.2.5. *Media Gateway Control Function*

O MGCF é responsável por determinar se uma chamada é de emergência, e em caso afirmativo deve dar prioridade a essas chamadas e encaminhá-las para o PSAP da rede legada. Este comportamento deve ser mantido quer a sessão seja para uma chamada de retorno iniciada pelo PSAP ou uma sessão iniciada pelo utilizador.

2.3. Estabelecimento de uma chamada de emergência

A figura 2 ilustra o processo de estabelecimento de uma chamada de emergência, sendo apresentadas as diversas entidades envolvidas.

Um terminal deve efectuar um registo de emergência IMS no caso de não estar localizado na rede origem, ou no caso de não estar registado na rede IMS. O processo de registo de emergência é independente de todos os outros tipos de registos IMS. Sempre que um utilizador necessite de um ser-

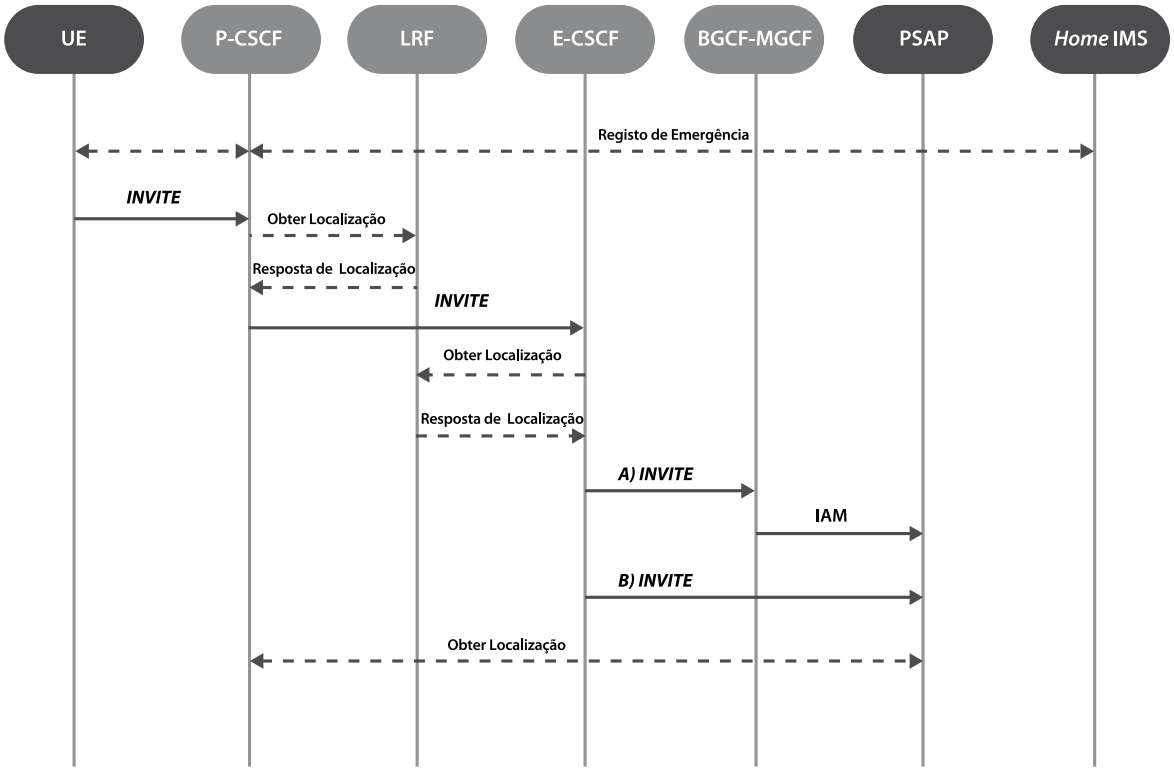

Figura 2 - Estabelecimento de uma sessão de emergência em redes IMS

viço de emergência deve marcar o número de emergência (por exemplo, o número 112 para Portugal).

O número digitado não é enviado para a rede IMS, porque o terminal efectua o mapeamento desse número para um *Uniform Resource Name* (URN) de serviços de emergência, ou seja, o número 112 pode ser mapeado por exemplo para o URN SOS (ou qualquer outro). O URN é colocado no campo *Request*-URI da mensagem INVITE que é enviada para o P-CSCF.

O P-CSCF ao receber a mensagem INVITE detecta que se trata de um serviço de emergência após análise do *Request*-URI, cujo conteúdo é igual a um dos identificadores de emergência presentes numa lista de identificadores válidos armazenada no P-CSCF. Em cenários de *roaming* verifica-se que para além dos identificadores de serviços de emergência da rede origem, o P-CSCF deve armazenar os identificadores específicos dos operadores com os quais têm os contratos de parceria de forma a poder providenciar este serviço.

Antes de efectuar o encaminhamento do pedido para o E-CSCF, o P-CSCF poderá opcionalmente pedir a verificação da informação de localização do terminal através da comunicação com o LRF.

O E-CSCF é responsável pelo encaminhamento da chamada de emergência para o PSAP mais próximo. A selecção do PSAP é efectuada baseada na localização do utilizador e no tipo de emergência. Se a mensagem SIP INVITE não contiver nenhuma informação de localização ou esta não tiver a precisão necessária, ou se a rede definir que esta terá de ser verificada, então o E-CSCF comunica com o LRF de forma a que este lhe devolva a localização do terminal. O LRF é também responsável por determinar a informação de encaminhamento do PSAP que o E-CSCF deverá utilizar para o estabelecimento da chamada de emergência.

Depois de receber esta informação, o E--CSCF encaminha o pedido através do BGCF/MGCF se o PSAP se encontrar na rede de comutação de circuitos ou directamente para o PSAP se este estiver localizado na rede de comutação de pacotes.

A figura 2 ilustra ainda a interacção entre o PSAP o LRF, que ocorre sempre que o PSAP necessita de uma localização mais precisa da posição do terminal que iniciou a chamada de emergência ou então quando este requer uma actualização desta informação.

3. Importância para os negócios do grupo PT

Nos últimos anos a PT Inovação tem apostado na arquitectura IMS, através da iniciativa Sh*ip*Net onde são desenvolvidos um conjunto de produtos que permitem constituir uma rede IMS.

No entanto, não existe ainda suporte para lidar com serviços de emergência de uma forma normalizada, ou seja, não é possível fazer chamadas de emergência e obter a localização correcta do utilizador para qualquer tipo de acesso. Sendo esta uma área extremamente importante, é fundamental que sejam implementadas as entidades LRF e E-CSCF, o que permitirá posicionar a PT Inovação numa área de mercado onde ainda há espaço de evolução, dada a falta de soluções actualmente existentes.

O desenvolvimento do LRF irá permitir adquirir conhecimento em termos de comunicação com entidades de localização dos vários tipos de redes de acesso, conhecimento esse que irá no futuro permitir a proliferação do desenvolvimento de serviços inovadores baseados em localização, sejam eles aplicados no contexto de serviços de emergência ou outros.

Embora o LRF seja visto neste contexto como elemento utilizado para sessões de emergência, prevê-se que este seja o elemento de valor acrescentado para os mais variados serviços de localização, pois a norma define uma interface *Li* usada na comunicação com entidades CSCF e *Application Servers*.

4. Conclusões

Embora as especificações ainda não tenham fechado todos os pontos que se encontram em aberto relativamente aos serviços de emergência, parece ser a altura adequada para começar a apostar em soluções que dão suporte a este tipo de serviços. A existência de pontos em aberto, leva à necessidade de existir especial cuidado na abordagem a seguir e na estratégia a adoptar.

Um aspecto crucial está na obtenção da informação de localização. Embora as especificações sejam claras ao indicar quais os elementos que devem ser consultados para obter esta informação, não são claras ao especificar o conteúdo que estes elementos devolvem, o que pode variar consoante o tipo de acesso e versão das especificações. Este problema pode ser resolvido se os terminais, ao iniciar uma chamada de emergência, enviarem a informação de localização (de acordo com o especificado nas normas). Contudo, o número de terminais no mercado que seguem estes comportamentos é muito reduzido.

Outro factor que pode afectar o desenho da solução de suporte a serviços de emergência é a falta de especificação das interfaces entre o LRF e o E-CSCF. Este é um ponto muito importante pois é através desta interface que o E-CSCF determina qual o PSAP mais próximo do utilizador. As implementações de E-CSCF que existem actualmente no mercado comunicam com o LRF através de protocolos proprietários. Uma das excepções é o E-CSCF da *Fraunhofer Fokus* que implementa a interface utilizando um protocolo aberto.

Existem também outras interfaces que não se encontram especificadas, tais como a interface de comunicação entre o PSAP e o LRF.

Em jeito de conclusão, podemos referir que o acompanhamento da evolução das normas e a avaliação dos elementos associados aos serviços de emergência a ser desenvolvidos pela PT Inovação, são aspectos fundamentais que permitirão à PT Inovação adquirir uma posição de destaque no mercado de serviços de emergência em redes IMS.

Referências

[1] 3GPP TS 23.167: "IP Multimedia Subsystem (IMS) emergency sessions" – Release 8 (12-2008).

[2] ETSI TS 102 650: "Analysis of Location Information Standards produced by various SDOs" (07-2008).

[3] 3GPP TS 23.271: "Functional stage 2 description of LCS" – Release 9 (06-2009).

[4] RFC 5031: "A Uniform Resource Name (URN) for Emergency and Other Well-Known Services" (01-2008).

[5] 3GPP TS 24.229: "IP multimedia call control protocol based on Session Initiation Protocol (SIP) and Session Description Protocol (SDP) stage 3" – Release 9 (06-2009).

[6] 3GPP TS 22.071: "Location Services (LCS); Service description; Stage 1" – Release 8 (12-2008).

[7] 3GPP TS 22.101: "Service aspects; Service Principles" – Release 9 (06-2009).

Nuno Ribeiro, concluiu a licenciatura em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro em 2005. Ingressou na Siemens SA onde desenvolveu um projecto na área de *Gigabit-capable Passive Optical Networks*. Ingressou na PT Inovação como investigador e participou em projectos da iniciativa Shipnet® e projectos europeus (IST) na área de Redes de Nova Geração. Fundou a empresa Ubiwhere Lda em Setembro de 2007. Concluiu em 2009, o Mestrado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações - Redes *Wireless*, pela Universidade Queen Mary em Londres. Actualmente encontra-se enquadrado no departamento de Desenvolvimento de Redes e Protocolos, divisão de Redes Convergentes da PT Inovação onde está envolvido no desenvolvimento dos produtos ip-Compass e ip-Deck.

José Carlos Silva, concluiu o Bacharelato em Engenharia Informática, pelo Instituto Politécnico de Bragança em 2002, e licenciou-se em Engenharia de Sistemas e Informática, pela Universidade do Minho em 2005. Ingressou nesse mesmo ano na PT Inovação, no departamento de Serviços e Redes Móveis tendo mudado em 2008 para o departamento de Desenvolvimento de Redes e Protocolos, divisão de Redes Convergentes. Iniciou a sua actividade na área de Redes de Próxima Geração, onde esteve envolvido na iniciativa Shipnet®, nomeadamente no desenho e implementação de elementos de uma arquitectura IMS (CSCFs). Esteve também envolvido no projecto SALINA (*Setting All* IP *Network* em Aveiro). Actualmente está a trabalhar para os produtos ip-Compass, ip-Spinner, ip-Hatch, ip-Deck e dá pontualmente formações na área de redes de próxima geração.

António Manuel Amaral, concluiu em 2001, a licenciatura em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro. Ingressou nesse ano no Instituto de Telecomunicações de Aveiro como investigador na área de Redes. Concluiu em 2006, o Mestrado em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações, pela Universidade de Aveiro, defendendo a dissertação de mestrado intitulada de "Encaminhamento *Multicast* em Redes IP". Ingressou na PT Inovação em 2006 e está incorporado no departamento de Desenvolvimento de Redes e Protocolos, na divisão de Redes Convergentes, desempenhando do papel de *Team-Leader* de uma equipa responsável pelos seguintes produtos IMS: ip-Sail, ip-Compass, ip-Hatch, ip-Cockpit e ip-Deck.

Sérgio Pedro Pratas da Silva, concluiu em Julho de 1999 a licenciatura em Engenharia Electrotécnica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, no ramo de Telecomunicações. De Outubro de 1999 a Agosto de 2000 desempenhou a função de Técnico de Desenvolvimento de *Software* para EWSD na Siemens S.A. em Alfragide. Ingressou a 1 de Setembro de 2000 na PT Inovação no departamento de Serviços de Rede Inteligente onde sempre trabalhou na área dos protocolos de rede inteligente. Desde 2008 integra o departamento Desenvolvimento de Redes e Protocolos, onde desempenha as funções de gestor de divisão responsável pela área de Redes Convergentes e pelos produtos ip-Sail, ip-Compass, ip-Hatch, ip-Cockpit e ip-Deck da família Sh*ip*net.

09

Modelos de Interligação VoIP

palavras-chave:
VoIP, *Peering*, Fornecedor de Serviço, Modelo de Interligação, SIP, ENUM, …

Pedro Neves Isabel Borges

O serviço de telecomunicações de voz tem vindo a sofrer alterações profundas nos últimos anos. O serviço PSTN perdeu preponderância e as comunicações de voz sobre a Internet (VoIP) têm vindo a massificar-se. A confirmar esta tendência, recentemente, diversas ofertas de telefonia IP surgiram, abordando os mercados residenciais e corporativos.

Como resultado desta evolução, o rácio entre o tráfego global de telefonia IP, em comparação com o PSTN está a mudar rapidamente, e em alguns países o volume de tráfego VoIP tornou-se significativo, sendo mesmo em alguns casos dominante.

No entanto, a telefonia VoIP actual processa-se essencialmente entre clientes pertencentes ao mesmo fornecedor de serviço, ou entre fornecedores de serviço que possuem acordos bilaterais complexos, estáticos e bastante dispendiosos.

Perante este cenário, torna-se imperativo definir modelos de interligação normalizados entre diferentes fornecedores de serviço VoIP, permitindo assim a sua conectividade a nível global.

Este artigo discute possíveis soluções para interligar as "ilhas VoIP" que se estão a criar actualmente, apresentando e discutindo um conjunto de possíveis modelos de interligação entre os fornecedores de serviço VoIP.

Figura 1 - Skype™ *e* iPhone™ [1]

1. Introdução

A utilização de serviços VoIP tem crescido de forma significativa nos últimos anos em todo o mundo. De acordo com estatísticas divulgadas pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), o crescimento de subscritores VoIP atingiu cerca de 183 % durante o ano de 2005 (aproximadamente de 1.9 milhões para 5.3 milhões). Assim, para evitar um decréscimo substancial dos seus proveitos, os operadores de voz tradicionais, baseados na rede *Public Switched Telephone Network* (PSTN), são forçados a migrar as suas plataformas para redes *all*-IP, permitindo-lhes assim fornecer serviços de telefonia VoIP.

Neste momento, o desenvolvimento de serviços VoIP por parte dos operadores é efectuado através de protocolos proprietários, como por exemplo o Skype™, ou versões modificadas de protocolos normalizados, como por exemplo o protocolo SIP (*Session Initiation Protocol*) [1]. Este tipo de abordagem por parte dos operadores deu origem ao aparecimento de "Ilhas VoIP", nas quais os clientes de um fornecedor VoIP conseguem comunicar apenas com clientes VoIP do mesmo fornecedor.

De forma a conseguirem aumentar a sua oferta e potenciarem o negócio de voz, os fornecedores de serviço VoIP devem estar globalmente ligados entre si, permitindo assim comunicação ubíqua entre qualquer cliente, subscrito a qualquer fornecedor VoIP.

Resumidamente, este artigo pretende descrever os desafios actuais, técnicos e de suporte ao negócio, para o estabelecimento de comunicações VoIP inter-operadores e inter-domínios. Para isso, são apresentados diversos mecanismos para permitir o estabelecimento de ligações dinâmicas entre operadores VoIP pertencentes a domínios administrativos distintos.

Este artigo consiste num resumo do estudo P1853 – *Inter-Provider Telephony over* IP [2], financiado pelo Eurescom, que decorreu de Junho de 2008 a Fevereiro de 2009, com a participação de cinco operadores europeus: Portugal Telecom Inovação, France Telecom/Orange (França), Iceland Telecom/Simmin (Islândia), Magyar/Deutsche Telekom (Hungria) e Ireland Telecom/Eircom (Irlanda) (ver figura 2).

2. Práticas de interligação de voz

Os operadores das redes PSTN (*Public Switched Telephone Network*) e PLMN (*Public Land Mobile Network*) interligam-se de modo a garantir o fornecimento de serviços

Figura 2 - Parceiros envolvidos no estudo Eurescom P1853

1 http://www.macgasm.net/

globais aos seus clientes. A legislação Europeia refere que um fornecedor de uma rede pública de comunicações necessita de negociar a interligação com qualquer fornecedor se isso for solicitado. Quando um operador tem Poder de Mercado Significativo (PMS), é obrigado legalmente a fornecer interligação a outros operadores de acordo com a Oferta de Referência de Interligação (ORI).

Para a interligação entre operadores de domínios PSTN e/ou PLMN, os acordos bilaterais são os mais comuns. Para o estabelecimento deste tipo de acordos é necessário ter em consideração aspectos físicos, logísticos, técnicos e de negócio. Desta forma, a base contratual deverá definir os pontos físicos da rede onde a interligação entre os diferentes operadores poderá e deverá ocorrer, normalmente designados por Pontos de Interligação (PI). Devem também ser disponibilizados processos para o aprovisionamento, alteração e terminação da interligação, e acordado um período mínimo para a duração do acordo. Os procedimentos de pagamento e de arbítrio em caso de disputa são igualmente contemplados no acordo. Outros itens contratuais que deverão constar no acordo são os tempos de reparação de falhas da interligação.

Relativamente aos itens técnicos estipulados nos acordos de interligação, estes incluem, por exemplo, normas de sinalização (geralmente SS7 [3]), tipos de interligação física, capacidade necessária, monitoria de falhas, medidas de tráfego, Qualidade de Serviço (QoS), convenções de numeração, encaminhamentos, etc. A compatibilidade dos equipamentos de interligação, a alimentação e outros requisitos especiais relacionados com os equipamentos devem igualmente ser tidos em consideração. Na fase de execução do acordo, devem ser efectuados testes extremo-a-extremo para assegurar que a interligação está a funcionar de acordo com o contrato estabelecido entre ambas as partes.

A tarifação entre os operadores é outro aspecto importante no estabelecimento dos acordos de interligação. Um dos modelos de tarifação mais utilizado entre operadores é o *Calling Party Network Pays* (CPNP). Neste modelo, o operador da rede de origem da chamada paga uma taxa de terminação ao operador de rede de destino da chamada. Para evitar tarifas de terminação altas, os preços são muitas vezes controlados por reguladores. O CPNP também pode ser referido como *Initiating Party Network Pays* (IPNP). Ao nível do retalho, o CPNP é normalmente combinado com o modelo *Calling Party Pays* (CPP), sistema no qual o cliente que efectua a chamada suporta todos os custos, ficando o destinatário da chamada livre de qualquer ónus. O modelo de tarifação de interligação CPNP, juntamente com o modelo CPP está ilustrado na figura 3.

Outro importante modelo de tarifação é o *Bill and Keep* (BaK). Neste modelo não existe pagamento por parte de nenhum dos operadores envolvidos na interligação. Parte-se do princípio que o tráfego entre os operadores é simétrico (ou balanceado), ou seja, a quantidade de dados enviado por cada um dos operadores é semelhante. No entanto, é permitido em certos casos a transferência de dinheiro se o tráfego for assimétrico, mas isto implica a existência de sistemas de monitoria. Ao nível do retalho, o BaK pode ser combinado com o *Receiving Party Pays* (RPP), sistema no qual os custos da chamada são divididos pelo cliente que origina a chamada e o destinatário da mesma.

Para cenários em que o tráfego trocado é assimétrico, o modelo de tarifação mais indicado é o *Calling Party Network Pays* (CPNP). A figura 4 apresenta o modelo de tarifação BaK/RPP.

Quando um operador tem a possibilidade de escolher entre várias redes adjacentes para entregar a chamada, pode ser implementado um sistema habitualmente denominado por *Least Cost Routing* (LCR). As tarifas através de cada um dos operadores disponíveis são actualizadas numa base de dados periodicamente. Após cada actualização é feito um cálculo da rota mais económica e o operador escolhe essa rota para encaminhar o seu tráfego até à próxima actualização da base de dados. Tal como a tarifa de instalação inicial para a interligação física, pode existir o pagamento de uma tarifa anual com base na capacidade pretendida. As tarifas podem ser aplicadas "por chamada" ou "por minuto", e podem variar dependendo da altura do dia.

3. Práticas de interligação de dados

Inicialmente, o *roaming* de dados GPRS baseava-se em modelos de interligação bilateral complexos. Desta forma, para que os clientes móveis pudessem usufruir do serviço de *roaming,* era necessário que o seu operador tivesse um acordo e uma ligação dedicada com o operador de destino. Ou seja, para um universo de N operadores, cada operador teria que possuir "N–1" ligações físicas dedicadas. Assim, o *roaming* baseado em acordos bilaterais era demasiado complexo e caro, sobretudo se o número de operadores envolvidos fosse muito elevado.

No ano 2000, na tentativa de ultrapassar esta lacuna, o *GSM Association* (GSMA) [4] desenvolveu o modelo *GPRS Roaming Exchange* (GRX), que se comporta como um *hub* para ligações GPRS entre utilizadores em *roaming*. Desta forma fica eliminada a necessidade de cada um dos diferentes

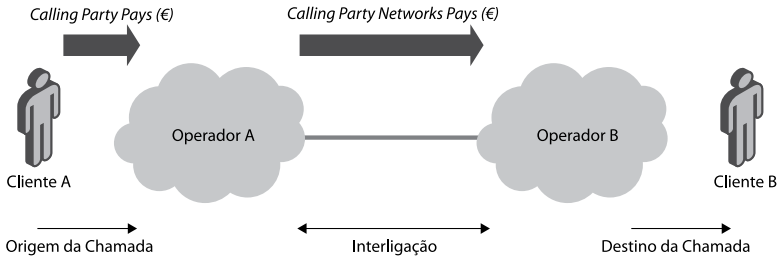

Figura 3 - Modelo de Tarifação CPNP / CPP

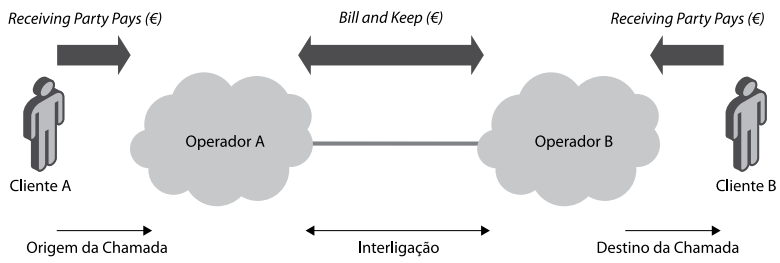

Figura 4 - Modelo de Tarifação BaK / RPP

operadores envolvidos no processo terem ligações dedicadas entre eles. O GRX foi projectado para ser uma solução de *roaming* de dados escalável, dado que cada operador móvel envolvido poderia requisitar ligações com baixa capacidade, e posteriormente, actualizar a capacidade da ligação dependendo do tráfego. Os operadores GRX fornecem também serviços de autenticação e de *Domain Name Service* (DNS), permitindo assim que os vários operadores GRX colaborem mutuamente e permitam a resolução de nomes associados a cada um dos operadores.

O GRX é constituído por um *backbone* IP, público ou privado, utilizando o GPRS *Tunneling Protocol* (GTP) para estabelecer sessões entre a rede móvel "visitada" e a rede móvel "de casa". Cada operador GRX possui uma rede própria com um conjunto de *routers* e ligações para os operadores GRX vizinhos e para os operadores móveis. A figura 5 ilustra a arquitectura do modelo GRX e a sua interligação com os operadores móveis.

Uma das limitações associadas ao modelo de interligação GRX é a sua incapacidade para suportar outros tipos de operadores, para além dos operadores móveis. Para ultrapassar esta limitação o GSMA desenvolveu o modelo de interligação IP *Packet Exchange* (IPX). Para além de suportar operadores móveis, este modelo optimiza o modelo GRX através do fornecimento de suporte para operadores fixos, fornecedores de serviço e fornecedores de aplicações.

Outra característica importante do IPX é a disponibilização de QoS extremo-a-extremo, permitindo assim o suporte de aplicações multimédia. Para assegurar a interoperabilidade entre as várias entidades que podem utilizar o modelo IPX, todos os fornecedores de serviço têm que aderir a um conjunto de regras comuns (e.g. endereçamento IP, segurança, QoS e outras regras descritas em [5]).

A arquitectura IPX está representada na figura 6. Esta arquitectura é baseada na arquitectura do modelo GRX mas a tipologia dos intervenientes é maior: operadores de rede fixa, operadores móveis, fornecedores de serviço de Internet e fornecedor de aplicações.

4. Modelos de interligação VoIP

A telefonia *Voice over* IP (VoIP) é actualmente uma tecnologia bastante amadurecida e que continua a crescer de forma significativa no mercado das telecomunicações. Neste sentido, começam a existir bastantes fornecedores de serviço VoIP, como por exemplo o bastante conhecido Skype™, que começam a por em causa a forma tradicional de efectuar comunicações através da rede PSTN.

No entanto, os fornecedores de serviço VoIP continuam ainda a formar um conjunto de "ilhas isoladas", utilizando as redes PSTN para se interligarem uns com os outros. Este modelo de interligação da telefonia VoIP manter-se-á ainda durante algum tempo, devido à forte necessidade de amortizar os elevados investimentos efectuados pelos operadores em redes PSTN no passado. Uma das formas para ultrapassar este problema é através da utilização de mecanismos e protocolos de VoIP *Peering*, ou seja, através da interligação directa entre fornecedores de serviço VoIP, tal como acontece actualmente no modelo da Internet. O VoIP *Peering* passará a funcionar totalmente sobre o protocolo IP, eliminando assim a necessidade de utilizar as redes PSTN e consequentemente diminuindo os custos.

Os dois componentes principais do VoIP *Peering* são os protocolos *Electronic NUmber Mapping* (ENUM) [6] e *Session Initiation Protocol* (SIP):

> ENUM: protocolo fundamental para a transição para telefonia VoIP. Fornece uma estrutura fundamental para o mapeamento e processamento de endereços de diversas redes, unificando assim as tradicionais redes de telefonia IP. Transforma o número de telefone convencional, identificado pela norma E.164, num identificador universal (relacionando o número telefónico tradicional e um endereço SIP com o domínio do fornecedor de serviço) que pode ser utilizado por diferentes operadores e aplicações (voz, fax, telemóvel, Internet, …);

> SIP: protocolo da camada de aplicação que permite o estabelecimento de sessões VoIP entre clientes pertencentes a diferentes fornecedores de serviço.

Nas próximas secções vamos discutir alguns dos possíveis modelos de interligação para fornecedores de serviço VoIP.

4.1. Modelo em estrela

O modelo em estrela caracteriza-se por um dado fornecedor de serviço VoIP ter que estabelecer um acordo para interligação do serviço *Service Interconnection Agreement* (SIA) com todos os potenciais pontos de terminação.

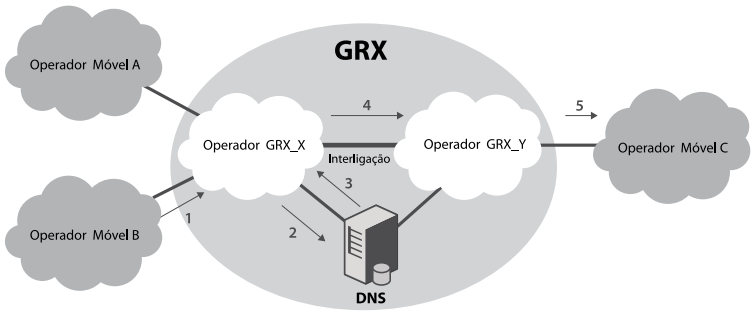

Figura 5 - Modelo de Interligação de dados GRX

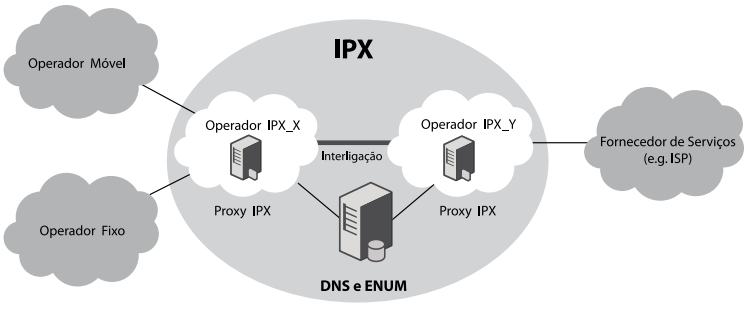

Figura 6 - Modelo de Interligação IPX

A figura 7 ilustra o modelo de interligação em estrela para quatro fornecedores de serviço VoIP e os respectivos acordos de interligação estabelecidos (representados pelo SIA). A figura ilustra também o estabelecimento de uma comunicação VoIP para este modelo, incluindo sinalização e dados multimédia, iniciada pelo cliente A (fornecedor de serviço VoIP 1) e terminada pelo cliente B (fornecedor de serviço VoIP 3). Neste exemplo, assumimos que o percurso para as mensagens de sinalização e para os dados multimédia é o mesmo, o que não tem que ser necessariamente verdade. Resumidamente, o modelo em estrela apresenta as seguintes características:

> Os SIA são unilaterais;

> Os destinos de telefonia alcançáveis por um dado fornecedor de serviço VoIP são conhecidos *a priori,* uma vez que são necessários SIA estáticos antes das sessões de média se poderem iniciar;

> O número de fornecedores de serviço VoIP envolvidos numa chamada é sempre dois;

> É necessária a instalação de ligações físicas entre dois vizinhos SIA. Para um elevado número de fornecedores de serviço envolvidos, dará origem a uma rede com topologia em malha;

> O número de SIA necessário para oferecer alcance global é de "N-1".

4.2. Modelo centralizado

Contrariamente ao modelo em estrela, o modelo centralizado não necessita de estabelecer um SIA com todos os fornecedores de serviço VoIP na sua vizinhança. O modelo centralizado tem as seguintes características:

> Um dado fornecedor de serviço descobre, por meios estáticos e/ou dinâmicos, a topologia física subjacente aos fornecedores de serviço;

> Depois, esse fornecedor de serviço estabelece um conjunto de SIA com os fornecedores de serviço remotos;

> Não é necessário o estabelecimento de SIA entre todos os fornecedores de serviço vizinhos;

> O percurso utilizado pelas mensagens de sinalização e de dados multimédia é determinado pelo fornecedor de serviço original;

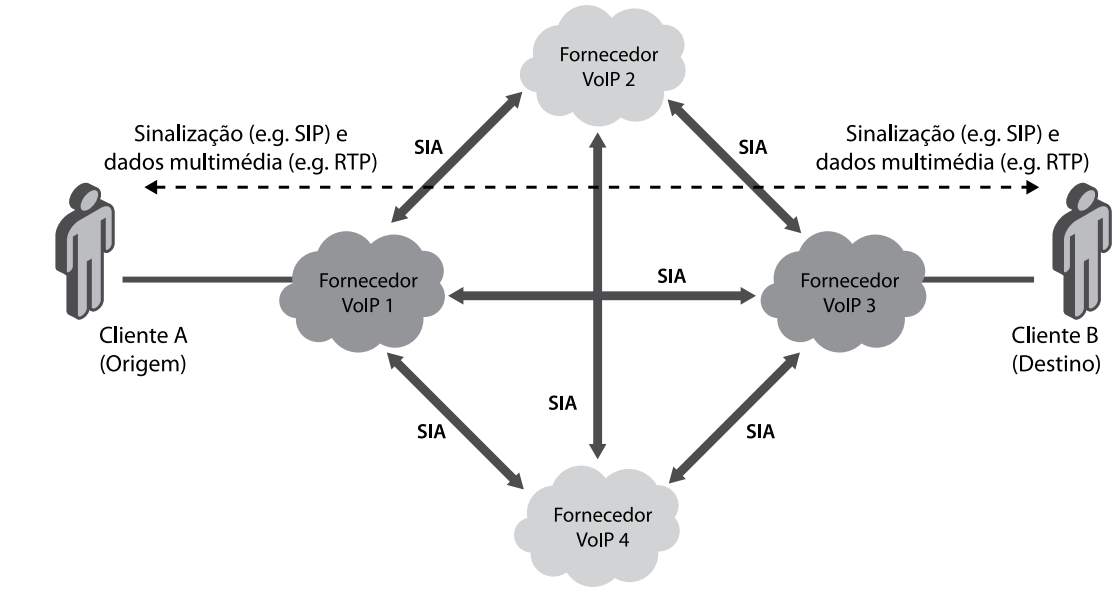

Figura 7 - Modelo de Interligação VoIP – Modelo em Estrela

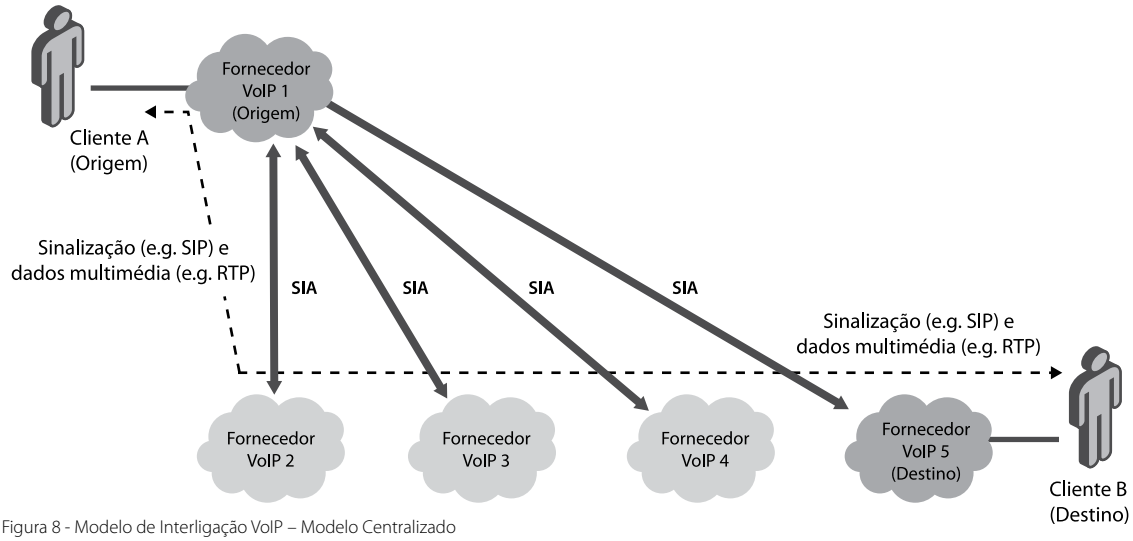

Figura 8 - Modelo de Interligação VoIP – Modelo Centralizado

> Cada fornecedor de serviço no percurso de sinalização (e no percurso dos dados multimédia) verifica se já foi estabelecido um SIA com o fornecedor de serviço origem.

A figura 8 ilustra o exemplo de uma comunicação VoIP entre o cliente A, directamente ligado ao fornecedor de serviço 1, e o cliente B, subscrito ao fornecedor de serviço 5. Durante a fase de negociação dos acordos de interligação, o fornecedor de serviço 1 estabeleceu os SIA necessários com os fornecedores de serviço que intervêm no percurso. Desta forma, para o cliente A conseguir comunicar com o cliente B, o fornecedor de serviço 1 define que o percurso será através dos fornecedores de serviço 2, 3, 4 e 5.

4.3. Modelo híbrido

Ao contrário dos modelos anteriores, o modelo híbrido parte do princípio de que há uma terceira entidade (*Third Party)* envolvida a gerir os mecanismos de interligação. Neste tipo de modelo de interligação não são estabelecidos acordos bilaterais entre os fornecedores de serviço envolvidos. Os fornecedores de serviço têm obrigatoriamente que se registar e tornar membros efectivos do fornecedor *Third Party,* dando origem a uma aliança de fornecedores de serviço. Todos os membros que pertencem a um determinado *Third Party* têm a garantia de que conseguem comunicar uns com os outros. A figura 9 mostra um exemplo de uma configuração que envolve um conjunto de fornecedores de serviço neste modelo de interligação.

Uma variação deste modelo é o modelo de federação promovido pelo grupo de normalização *Session PEERing for Multimedia INTerconnect* (SPEERMINT) [7] pertencente ao IETF.

4.4. Modelo em cascata

Os modelos de interligação apresentados anteriormente (estrela, centralizado e híbrido) caracterizam-se pelo excessivo número de SIA que cada fornecedor de serviço tem que estabelecer. De forma a reduzir a quantidade de SIA necessários, o modelo de interligação em cascata é uma alternativa viável. Neste modelo, cada fornecedor de serviço estabelece apenas dois SIA, um com cada um dos seus vizinhos directos. Apenas são estabelecidos SIA de um para um.

A figura 10 ilustra um exemplo do modelo de interligação em cascata onde:

> Fornecedor de serviço 1 estabeleceu um SIA com o fornecedor de serviço 2;

> Fornecedor de serviço 2 estabeleceu um SIA com o fornecedor de serviço 3;

> Fornecedor de serviço 3 estabeleceu um SIA com o fornecedor de serviço 4.

Neste contexto, o cliente A consegue comunicar com o cliente B se cruzar os fornecedores de serviço 1, 2, 3 e 4. Devem estar instalados os meios necessários para a troca de informação de encaminhamento entre as partes envolvidas e de forma a evitar configurações estáticas.

Resumidamente, o **modelo em cascata** apresenta mais vantagens relativamente aos outros três modelos. Ao contrário do **modelo em estrela**, o modelo em cascata é um modelo flexível e bastante escalável. Relativamente ao **modelo centralizado** e ao **modelo híbrido**, o modelo em cascata apresenta a vantagem de necessitar de um número de SIA muito inferior.

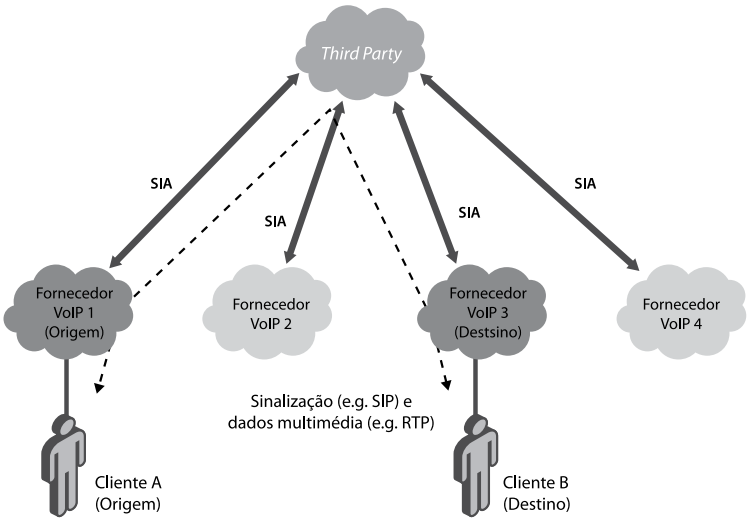

Figura 9 - Modelo de Interligação VoIP – Modelo Híbrido

5. Conclusões

O trabalho desenvolvido actualmente pelo IETF utiliza um modelo baseado em federações para efectuar a interligação entre domínios VoIP. No entanto, este modelo abrange apenas o caso em que um número limitado de domínios administrativos está envolvido. Assume igualmente a existência de um ponto central para armazenar e manter os prefixos telefónicos. Este tipo de solução não é escalável visto que pressupõe uma malha completa de ligações implantada. Para além disso, a arquitectura SPEERMINT, definida pelo IETF, não abrange a interligação entre federações. No contexto da prestação de serviços universais, um grande número de fornecedores de serviço VoIP devem ser envolvidos e, portanto, interligados. Um modelo centralizado não é adequado. Deste ponto de vista, devem ser definidos mecanismos dinâmicos e flexíveis para interligar fornece-

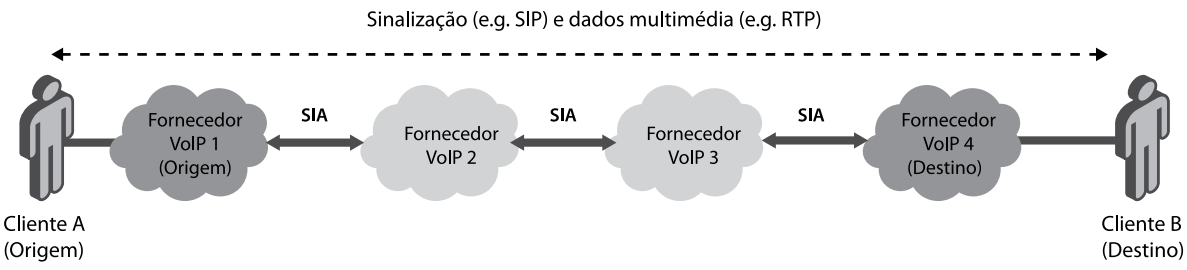

Figura 10 - Modelo de Interligação VoIP – Modelo em Cascata

dores de serviço VoIP.

O estudo Eurescom P1853 propõe uma alternativa para reforçar a interligação de telefonia IP num sistema dinâmico. Em particular, o estudo recomenda a adopção do mesmo modelo de interligação para vários tipos de serviços (modelo em cascata), e também a promoção de práticas de interligação agnósticas ao protocolo de sinalização (e.g. SIP) e de média (e.g. RTP).

Finalmente, é ainda importante referir que este estudo originou a escrita de um livro designado "IP *Telephony Interconnection: Challenges, Interconnection Models and Engineering Issues*", cuja data de publicação está prevista para o primeiro trimestre de 2010 pela editora Wiley.

Referências

[1] J. Rosenborg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, E. Schooler, "SIP: Session Initiation Protocol", IETF RFC 3261, Junho 2002.

[2] Estudo Eurescom P1853: http://www.eurescom.eu/Public/Projects/P1800-series/P1853/default.asp

[3] ITU-T, "Introduction to CCITT Signaling System No. 7", ITU Recommendation Q.700, Março 1993.

[4] GSMA, "Inter-service Provider IP Backbone Guidelines 4.4", GSMA Official Document IR.34, Junho 2008.

[5] GSMA, "Inter-Operator IP Backbone Security requirements For Service Providers and Inter-Operator IP Backbone Providers", GSMA Official Document IR.77, Junho 2008.

[6] P. Faltstrom, M. Mealling, "The E.164 to Uniform Resource Identifiers (URI); Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Application (ENUM)", IETF RFC 3761, Abril 2004.

[7] D. Malas, D. Meyer, "Session Peering for Multimedia Interconnect (SPEERMINT) Terminology", IETF RFC 5486, Março 2009.

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

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

10

Arquitectura Distribuída para a Rede de Acesso – *Ultra Flat Architecture*

palavras-chave:
Escalabilidade, mobilidade, 3GPP, SAE, SIP, IMS, UFA

Pedro Neves Ricardo Azevedo

As arquitecturas de mobilidade definidas pelos principais organismos de normalização (e.g. 3GPP, WiMAX Forum) apresentam uma estrutura bastante centralizada.

Até ao momento, este tipo de estrutura para a rede de acesso não tem originado problemas significativos, nem aos operadores móveis nem aos utilizadores. No entanto, com a crescente necessidade de oferecer maiores larguras de banda aos utilizadores, as redes baseadas em estruturas centralizadas começam a apresentar problemas de escalabilidade graves, nomeadamente ao nível dos processos de estabelecimento de sessão e de mobilidade.

Com o aumento de tráfego previsto nas redes de próxima geração, os elementos de rede centralizados têm capacidade limitada, e consequentemente tendem a saturar.

Este artigo apresenta uma nova arquitectura distribuída para a rede de acesso, denominada *Ultra-Flat Architecture* (UFA), que tem como principal característica implementar todas as camadas da pilha protocolar TCP/IP, incluindo funcionalidades SIP, nas estações base das tecnologias de acesso.

1. Introdução

O grande desafio para os operadores móveis nos próximos anos será disponibilizar redes de acesso com altos débitos para conseguirem suportar os serviços emergentes. O paradigma das comunicações está a mudar e novos serviços centrados no cliente e com requisitos bastante exigentes ao nível da largura de banda, estão a surgir.

Para responder a esta exigência, novos terminais, com mais capacidades, *user-friendly* e equipados com múltiplas interfaces de acesso, estão a ser lançados rapidamente no mercado. Simultaneamente, novas tecnologias de acesso estão a ser especificadas pelos organismos de normalização, por exemplo 3GPP LTE e WiMAX, para aumentar a capacidade de resposta das redes de acesso sem fios às expectativas dos utilizadores móveis.

As arquitecturas móveis que estão actualmente a ser especificadas pelos organismos de normalização têm como um dos principais objectivos disponibilizar mobilidade transparente em ambientes de acesso heterogéneos. Essas arquitecturas são essencialmente centralizadas, o que pode levar a problemas de escalabilidade. O principal problema está relacionado com os protocolos de gestão de mobilidade serem centralizados, ou seja, uma entidade localizada na rede de controlo do operador é responsável por efectuar todo o controlo e gestão dos processos de mobilidade. Esta entidade é responsável por atribuir um endereço IP ao terminal móvel, criar os túneis necessários com o mesmo, e ainda filtrar todos os pacotes que tenham como destino o terminal móvel, reenviando-os através do túnel adequado. Estes elementos de rede têm capacidade limitada, e com o aumento de tráfego previsto nas redes de próxima geração, tendem a saturar. Isto será um problema pois obrigará os operadores a aumentar a capacidade dos elementos de rede já existentes, ou a substitui-los por elementos com mais capacidade.

Figura 1 - Novo paradigma de comunicação

Este artigo descreve uma arquitectura distribuída para a rede de acesso, desenvolvida no âmbito de um estudo *Eurescom* P1857, denominada *Ultra-Flat Architecture* (UFA).

A arquitectura UFA caracteriza-se por ser totalmente distribuída, eliminando tanto quanto possível os elementos centrais da rede e que normalmente desempenham funções bastante relevantes. Para isso, a arquitectura propõe a implementação de todas as camadas da pilha protocolar TCP/IP nas *Base Stations* (BS) das tecnologias de acesso. O estudo P1857 – *Ultra Flat Architecture for high bit rate services in fixed mobile convergent networks* [1] decorreu de Dezembro de 2008 a Setembro de 2009, com a participação de três operadores de tele-

Figura 2 - Parceiros envolvidos no estudo Eurescom P1857

comunicações europeus: Portugal Telecom Inovação, France Telecom/Orange (França) e Mobile Innovation Center (Hungria) (ver figura 2).

2. Enquadramento e motivação

As redes móveis actuais não foram dimensionadas para elevadas quantidades de tráfego. Assim, e de acordo com a tendência crescente do tráfego de serviços multimédia, as redes móveis terão que ser capazes de escalar para conseguirem acompanhar esta tendência.

Os problemas de escalabilidade serão especialmente graves em arquitecturas móveis que utilizem protocolos de gestão de mobilidade centralizados. Nestes casos, quando o terminal móvel está em movimento e necessita de efectuar um *handover* para outra rede de acesso, terá também que obter um novo endereço IP. Os protocolos de gestão de mobilidade são responsáveis por atribuir um novo endereço IP ao terminal móvel, e simultaneamente por actualizar as rotas do mesmo.

Vários protocolos, dispersos pelas várias camadas da pilha protocolar TCP/IP, foram propostos nos últimos anos para fazer a gestão dos processos de mobilidade. Devido à sua importância, destacamos os protocolos apresentados na tabela 1.

2.1. Protocolos de mobilidade centralizados

A figura 3 ilustra, de uma forma geral e simples, as arquitecturas das redes de acesso mais recentes do grupo de normalização 3GPP: UMTS/HSPA e LTE/SAE.

Ambas as arquitecturas são constituídas por um conjunto de entidades semelhante:

> **UMTS/HSPA**: *NodeB, Radio Network Controller* (RNC), *Serving* GPRS *Support Node* (SGSN), Gateway GPRS *Support Node* (GGSN);

> **LTE/SAE**: *eNodeB, System Architecture Evolution Gateway* (SAE GW), Packet *Data Network Gateway* (PDN-GW).

Quando um terminal móvel, associado a uma rede UMTS, solicita um novo serviço, o GGSN (*Gateway* GPRS *Support Node*) é responsável por atribuir um endereço IP ao terminal móvel. Simultaneamente, dois túneis GTP são implementados entre o GGSN e o SGSN (*Serving* GPRS *Support Node*) e entre o SGSN e o RNC (*Radio Network Controller*). Quando o terminal móvel se movimenta dentro da rede UMTS, mas entre diferentes RNC, os túneis GTP criados inicialmente são modificados desde o SGSN até ao novo RNC. O GGSN é visto como uma âncora do terminal móvel e não muda enquanto o terminal se movimentar dentro da rede UMTS.

Quando o terminal móvel se movimenta para outro tipo de redes de acesso, é necessário utilizar o protocolo de gestão de mobilidade para atribuir um novo endereço IP ao terminal. No caso do protocolo MIP, é necessário que esteja presente uma entidade na rede "de casa" do terminal móvel, que se denomina *Home Agent* (HA) – *router* na rede original do terminal móvel. Quando o terminal móvel se afasta da sua rede original e necessita de mudar para outra rede de acesso, é-lhe atribuído um novo endereço pela rede "visitada", desig-

Nome	Acrónimo	Centralizado ou Distribuído	Pilha Protocolar	Grupo de Normalização
GPRS *Tunneling Protocol* [3]	GTP	Centralizado	Nível de rede	3GPP
Mobile IP [4]	MIP	Centralizado	Nível de rede	IETF
Proxy Mobile IP [5]	PMIP	Centralizado	Nível de rede	IETF
Fast Mobile IP [6]	FMIP	Centralizado	Nível de rede	IETF
Host Identity Protocol [6]	HIP	Distribuído	Nível de transporte	IETF
mobile-Stream Control Transmission Protocol [7]	m-SCTP	Distribuído	Nível de transporte	IETF
Session Initiation Protocol [8]	SIP	Distribuído	Nível de aplicação	IETF

Tabela 1 - Protocolos de gestão de mobilidade

nado *Care-of-Address* (CoA). O terminal móvel obtém o MIP CoA através de um *Foreign Agent* (FA) – *router* na rede "visitada" – ou através do DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*). Depois de configurado o novo endereço no terminal móvel, são enviadas mensagens de localização do terminal móvel para o MIP HA. A partir desta altura, os pacotes de dados que forem enviados para o endereço de casa do terminal móvel passam a ser interceptados pelo HA, e de seguida enviados para o novo endereço do terminal móvel (CoA) através de um túnel IP (ver figura 4).

Actualmente, o protocolo MIP é um dos protocolos propostos para efectuar a gestão de mobilidade entre redes 3GPP e *non*-3GPP (e.g. Wi-Fi e WiMAX) no âmbito da arquitectura 3GPP SAE. Na definição da arquitectura SAE do 3GPP, o MIP *Home Agent* (HA) está implementado no PDN-GW.

Mais recentemente, a última evolução do MIP, que está a ser adoptada pelo 3GPP, é o *Proxy* MIP (PMIP). Tal como o seu antecessor, o PMIP também é um protocolo de mobilidade centralizado. No entanto, no caso do PMIP, os mecanismos de mobilidade são efectuados de forma transparente para o terminal móvel, ou seja, recorrendo a uma nova entidade centralizada na rede de *core* e designada por *Proxy Mobility Agent* (PMA).

O protocolo MIP, e qualquer uma das suas variantes (FMIP e PMIP), definem arquitecturas móveis centralizadas, ou seja, utilizam âncoras para auxiliar a gestão dos processos de mobilidade. No entanto, uma abordagem centralizada para resolver os problemas de mobilidade para a rede de acesso não é uma solução escalável a médio prazo. Na realidade, a atribuição dos endereços IP aos utilizadores é feita em elementos de rede de alto nível, designados como "pontos de ancoragem" (e.g. GGSN nas redes UMTS, PDN-GW nas redes LTE/SAE). Para além da atribuição de endereços IP, cada uma destas entidades de rede tem que manter informação de contexto do terminal móvel, permitindo a interligação da identidade do mesmo com o túnel IP do protocolo MIP e os requisitos de Qualidade de Serviço (QoS).

No entanto, os elementos de rede são limitados no número de ligações simultâneas e na capacidade de processamento, pelo que, com o crescimento significativo do tráfego, novos equipamentos terão que ser adicionados à rede ou os existentes substituídos por outros mais poderosos. Se o tráfego crescer rápida e continuamente, a adopção desta solução vai ser um desafio

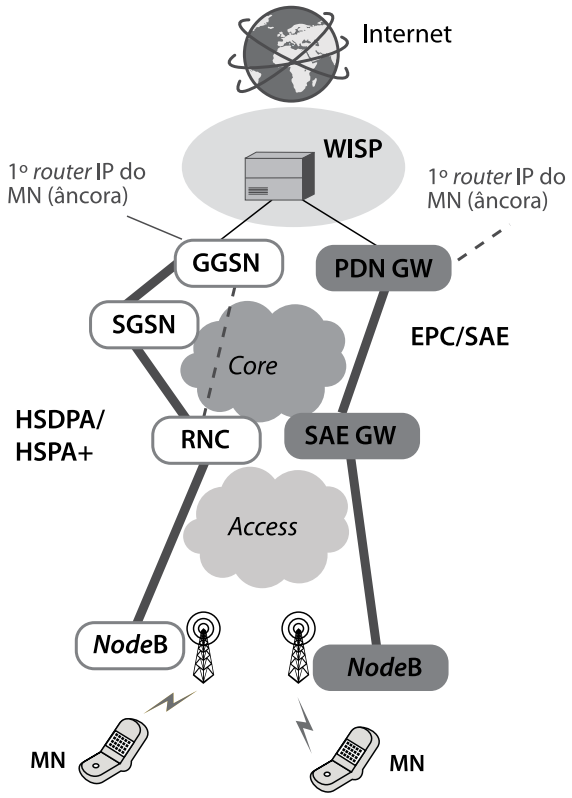

Figura 3 - Arquitectura 3GPP (UMTS/HSPA, LTE/SAE)

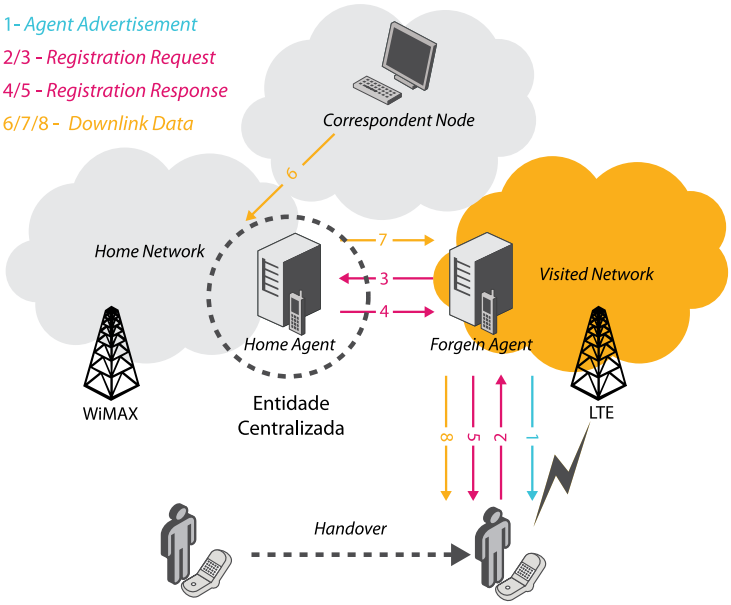

Figura 4 - Protocolo de Gestão de Mobilidade *Mobile* IP (MIP)

para os operadores e não poderá garantir o *Return of Investment* (ROI) destes equipamentos.

2.2. Estabelecimento de sessão IMS

O IP *Multimedia Subsystem* (IMS) [9] [10] foi definido pelo 3GPP de forma a fornecer serviços multimédia (vídeo, VoIP, etc.) a clientes móveis através de interfaces normalizadas e abertas. Na base do seu desenvolvimento esteve a necessidade de se criar uma plataforma que suportasse os requisitos introduzidos pela convergência de redes e serviços, ou seja, a possibilidade da plataforma de serviços e de controlo serem usadas independentemente da rede de acesso do cliente. Esta importante funcionalidade é conseguida através da clara separação entre a camada de controlo de serviço e a camada de acesso à rede.

A separação de camadas em diferentes elementos oferece a clara vantagem de permitir convergência de serviços, mas introduz processos complexos de sinalização e um número de mensagens bastante elevado. Por exemplo, o processo de autenticação de um novo cliente e o pedido de acesso a um serviço IMS implicam a necessidade de efectuar o seguinte conjunto de passos:

> Autenticação e registo na rede de acesso;

> Descoberta dos elementos IMS;

> Registo na rede IMS;

> Estabelecimento da sessão IMS.

Este processo é complexo e pode resultar num atraso significativo para quantidades de tráfego elevadas. Associado ao processamento de um tão grande número de mensagens há ainda a acrescentar o facto de existirem elementos IMS (e.g. AF, PCRF e PCEF) que têm a necessidade de manter informação de contexto por cada cliente/sessão. Esta necessidade poderá introduzir atrasos importantes durante ao estabelecimento de sessões [11].

3. *Ultra-Flat Architecture*

A solução proposta neste estudo para ultrapassar os problemas de escalabilidade das arquitecturas móveis de próxima geração consiste no deslocamento das funcionalidades IP para os nós extremos da rede. No caso das arquitecturas móveis, como por exemplo o 3GPP LTE/SAE, isto significa dotar as *Base Stations* (BS) com capacidade para suportar todas as funcionalidades da pilha protocolar TCP/IP, incluindo funções básicas de atribuição de endereços IP, mas também funções relacionadas com o protocolo SIP. Desta forma, procura-se evitar, ou pelo menos diminuir consideravelmente, a utilização de entidades centralizadas. A arquitectura resultante desta alteração designa-se *Ultra-Flat Architecture* (UFA).

No entanto, colocar funcionalidades IP nas BS requer a existência de um protocolo de gestão de mobilidade optimizado, já que o terminal móvel vai alterar o seu endereço IP sempre que efectuar um *handover*. Dado tratar-se de um protocolo de gestão de mobilidade extremo-a-extremo, o protocolo SIP permite gerir os processos de mobilidade sem equipamentos adicionais.

Outra vantagem muito importante da utilização do protocolo SIP reside no facto de este ser o protocolo dominante para serviços multimédia e também ter sido adoptado pelo 3GPP como o protocolo de sinalização para o subsistema IP *Multimedia Subsystem* (IMS). Por estes motivos o protocolo SIP, com ligeiras alterações, foi seleccionado para efectuar a gestão dos processos de mobilidade na arquitectura UFA.

Como já foi referido, para além de implementar funcionalidades IP nas BS, a arquitectura UFA implementa igualmente as camadas superiores, incluindo o protocolo SIP. Desta forma, a BS age com um SIP B2BUA (*Back-to-Back User Agent*), com o propósito de executar o processo de *handover* em nome do terminal móvel, e reduzir assim o impacto do atraso do processo de mobilidade. O SIP B2BUA é constituído por dois agentes SIP desempenhando cada um deles o papel de servidor que recebe um pedido SIP, eventualmente transforma-o, e depois transmite-o para o outro utilizador. Desta forma, a BS tem capacidade para participar e intervir em todo o processo de mobilidade SIP, podendo mesmo enviar solicitações em nome do terminal móvel. A figura 5 apresenta as pilhas protocolares de cada um dos elementos da rede de acesso, e representa um cenário de *handover* na arquitectura UFA.

Agregando toda a pilha protocolar nas BS, tem outras vantagens que serão apresentadas nas secções seguintes, nomeadamente na descrição do estabelecimento de uma sessão IMS e de um processo de mobilidade UFA.

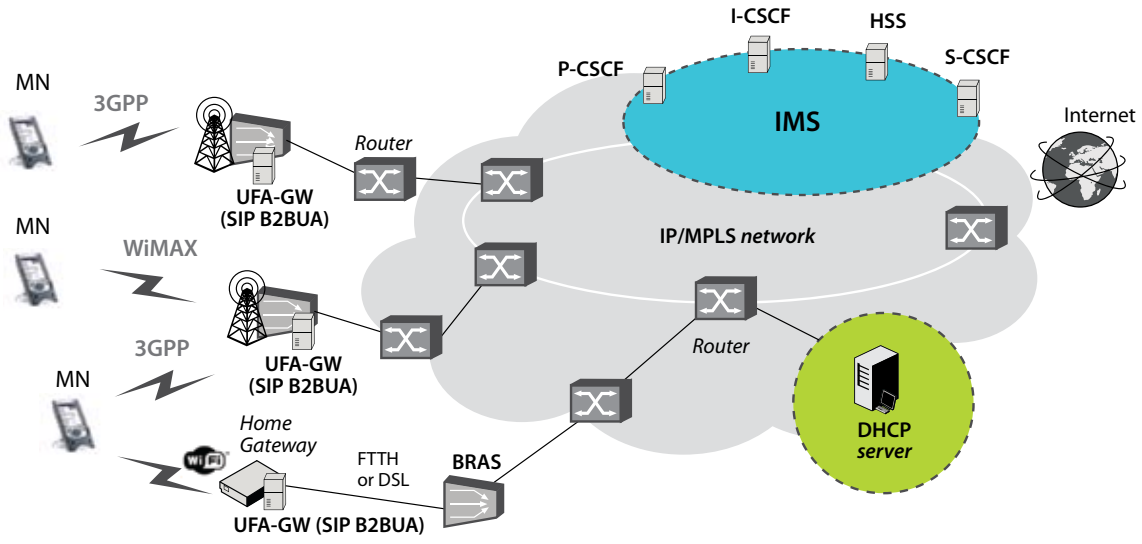

Figura 5 - Arquitectura UFA

3.1. Estabelecimento de sessão IMS

Para o estabelecimento de uma sessão IMS, o terminal móvel inicia uma chamada de vídeo através do envio de uma mensagem SIP *Invite* (1), incluindo o *Session Description Protocol* (SDP), responsável por descrever os atributos necessários para a sessão que está a ser iniciada (ver figura 6). O SDP contém principalmente o endereço IP do terminal móvel e um conjunto *codecs* que poderão ser utilizados:

SDP = N = (voz (Codec 1, Codec2, Codec3), vídeo (Codec1, Codec 2, Codec3))

Seguidamente o *Correspondent Node* (CN) responde com a mensagem 183 *Session Progress* [3], indicando, do conjunto de *codecs* propostos, quais os que suporta:

SDP = N '= (voz (Codec 1, Codec2), vídeo (Codec1))

A UFA_S_GW (UFA *Serving Gateway*) recebe a mensagem 183 *Session Progress* vinda do CN, modifica o SDP e reenvia a mensagem para o terminal móvel. A modificação é necessária para ter em conta os recursos de QoS que estão disponíveis na rede de acesso. Neste caso, a UFA_S_GW não tem recursos necessários para suportar os fluxos de voz e de multimédia descritos no SDP N'. Desta forma, propõe um novo SDP que exige menos recursos:

SDP = O = (voz (Codec2, Codec1), vídeo (Codec1))

Ao receber o novo SDP (O), o terminal móvel avalia as diferentes possibilidades e escolhe um novo SDP:

SDP = X = (voz (Codec2))

Esta negociação permite que o risco de que o estabelecimento de sessão falhe devido a problemas de recursos seja eliminado. Comparado com um estabelecimento de sessão IMS "clássico", o procedimento utilizado com a arquitectura UFA é optimizado. Na realidade, utilizando IMS "clássico", o estabelecimento de uma sessão é realizado em duas etapas distintas:

> A sessão é negociada ao nível da aplicação entre o terminal móvel e o CN sobre as suas capacidades em comum;

> Um contexto PDP é estabelecido para reservar os recursos negociados SDP, em todos os segmentos de rede (GGSN, SGSN, RNC, NodeB). Se os recursos não estão disponíveis, o estabelecimento de sessão irá falhar.

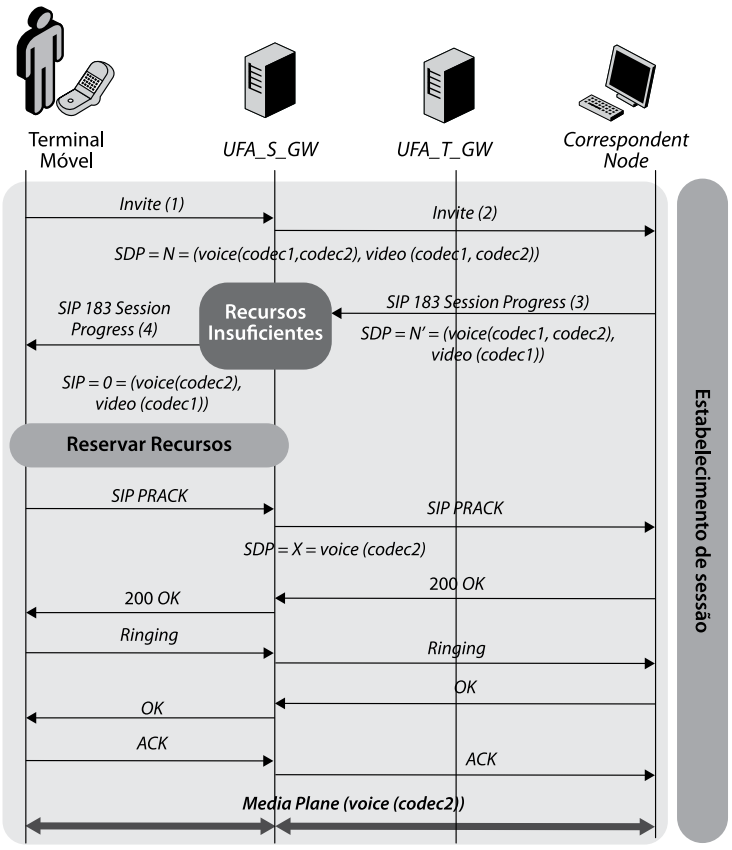

Figura 6 - Estabelecimento de Sessão UFA

3.2. Gestão de mobilidade

A utilização do protocolo SIP para execução de mobilidade tem sido bastante debatida na comunidade científica. Apesar de numa abordagem baseada no protocolo SIP não ser necessário adicionar qualquer infra-estrutura de rede, alguns artigos mencionam as suas desvantagens em relação ao atraso que introduz no processo de execução de mobilidade relativamente ao protocolo MIP. Este atraso é devido ao tempo necessário para executar os seguintes passos:

> Conectividade física à nova rede de acesso (*handover* da interface para a nova *Base Station*);

> Aquisição de um novo endereço IP;

> Notificação (no terminal móvel) do protocolo SIP pela camada IP com o novo endereço IP atribuído à interface;

> Propagação da mensagem *Re-Invite* do protocolo SIP desde o terminal móvel até ao *Correspondent Node* (CN);

> Recepção do primeiro pacote de dados do CN utilizando o novo endereço IP.

A arquitectura UFA apresenta uma solução optimizada para a gestão de mobilidade utilizando o protocolo SIP. Seguidamente apresentamos um exemplo de um *handover* na arquitectura UFA.

Inicialmente, o terminal móvel começa por fazer um *scan* às células vizinhas e reporta as medidas obtidas à UFA_S_GW. Quando a UFA_S_GW detecta que as medidas fornecidas pelo terminal móvel ultrapassaram os valores mínimos, inicia um processo de mobilidade.

Para isso envia a mensagem *Resource Query Request* (1) para as BS candidatas para receber o terminal móvel após o *handover.*

De salientar que a mensagem *Resource Query Request* (2) contém os recursos de QoS mais robustos que o terminal móvel e a UFA_S_GW conseguem suportar (SDP = N'), independentemente dos recursos que

estão a ser utilizados no momento do *handover* (SDP = O). Desta forma, as BS candidatas para efectuar o *handover* podem propor na mensagem *Resource Query Response* um SDP mais robusto (SDP = Y, Y C N'), caso estejam em condições de o suportar. Desta forma, é possível combinar eficazmente a fase de preparação do processo de mobilidade com a adaptação do serviço à nova rede de acesso.

Nas redes 3GPP actuais, a fase de preparação do processo de mobilidade não permite adaptação do serviço à nova rede de acesso. Ou seja, os recursos pedidos são iguais aos recursos que estavam a ser utilizados no momento do *handover*, mesmo que o pedido feito inicialmente pelo terminal móvel fosse mais robusto.

Outra vantagem da arquitectura UFA é a capacidade de suportar processos de mobilidade inter-tecnologia. Quando a UFA_S_GW recebe a mensagem *Resource Query Response* (2) das BS candidatas, selecciona uma das BS (*Target* BS) e inicia a transferência de informação de contexto do terminal móvel (mensagem *Context Transfer* [3]) para a UFA_T_GW (UFA *Target Gateway*). A informação de contexto contém toda a informação necessária para configurar o B2BUA na UFA_T_GW, permitindo assim preparar de imediato o processo de *handover* para a UFA_T_GW.

Depois de a UFA_S_GW receber a mensagem ACK (4), é iniciado o processo de execução do *handover* pelo SIP B2BUA em nome do terminal móvel. Para isso, o SIP B2BUA envia uma mensagem SIP *Re-Invite* (5) para o *Correspondent Node*, com a informação sobre o novo SDP (Y) e o novo endereço IP do terminal móvel. Simultaneamente, o SIP B2BUA da UFA_S_GW envia uma mensagem SIP *Update* (5a) para o terminal móvel indicando-lhe para fazer o *handover* para a UFA_T_GW. Depois de efectuado o *handover*, o terminal móvel envia a mensagem SIP *Re-Invite* (7) para notificar a UFA_T_GW que o terminal móvel já efectuou o *handover*.

Finalmente, o UFA_T_GW inicia a transferência de pacotes (armazenados no *buffer*) de dados novamente para o terminal móvel.

4. Conclusões

Para resolver os problemas de escalabilidade e optimizar os mecanismos de QoS durante os processos de estabelecimento de sessão e de mobilidade, este artigo propõe um novo arquitectura de mobilidade, designada por *Ultra Flat Architecture* (UFA). A arquitectura UFA modifica as arquitecturas de mobilidade actuais através da diminuição da quantidade de nós na rede, e distribuindo e incorporando todas as funcionalidades nos nós extremos da rede – *Base Station* (BS). Uma das características desta arquitectura é permitir que a execução do *handover* seja efectuada através do protocolo SIP.

Relativamente ao trabalho futuro, pretendemos implementar uma *testbed* UFA para validarmos e avaliarmos o comportamento desta arquitectura em vários tipos de cenários. Igualmente importante é o estudo relativo ao suporte de aplicações não-SIP na arquitectura UFA. Estes objectivos deverão ser estudados numa proposta que está actualmente a ser preparada para financiamento da Comissão Europeia no âmbito da *Call*-5 do FP7.

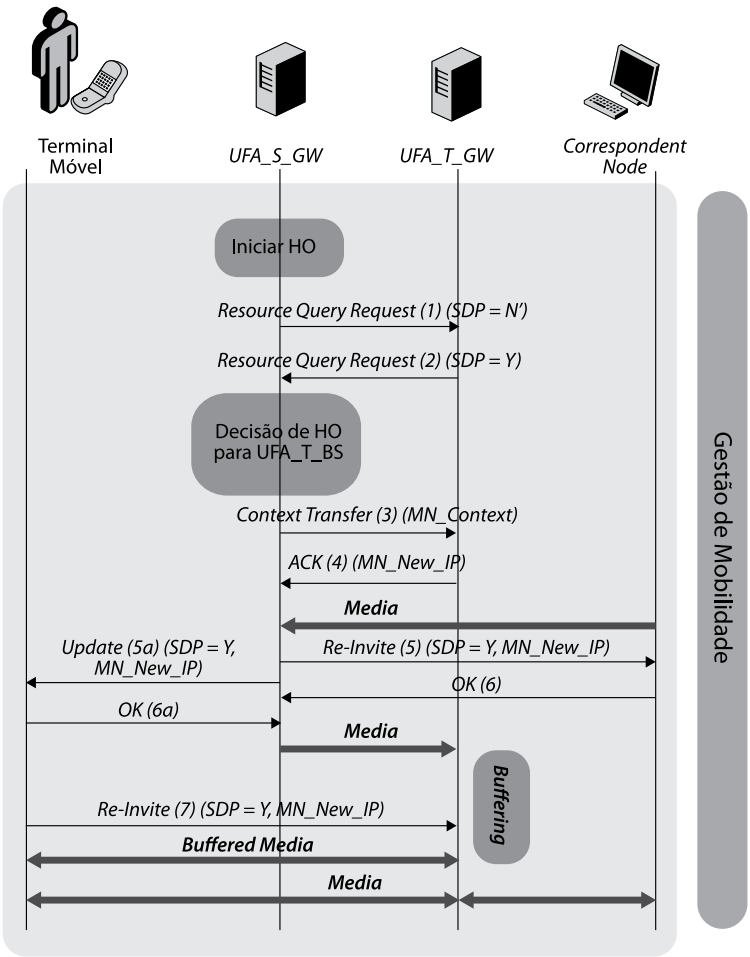

Figura 7 - Gestão de Mobilidade UFA

Referências

[1] Estudo Eurescom P1857: http://www.eurescom.eu/Public/Projects/P1800-series/P1857/

[2] 3GPP TS 29.060, "General Packet Radio Service (GPRS), GPRS Tunneling Protocol (GTP) across the Gn and Gp Interface", stage 3.

[3] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4," IETF RFC 3344, Agosto 2002.

[4] Gundavelli, S., et.al, "Proxy Mobile IPv4", draft-ietf-netlmm-proxymip6-16.txt, Novembro 2007.

[5] R. Koodli, "Fast Handover for Mobile IPv6", IETF RFC 4068, Julho 2005.

[6] R. Moskowitz, "Host Identity Protocol (HIP) Architecture", IETF RFC 4423, Maio 2006.

[7] M. Riegel, and M. Tuexen, "Mobile SCTP", draft-riegel-mobile-sctp-09.txt, November 2007.

[8] J. Rosenborg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, E. Schooler, "SIP: Session Initiation Protocol", IETF RFC 3261, Junho 2002.

[9] 3GPP TS 23.228, "IP Multimedia Subsystem (IMS)".

[10] P. Agrawal et.al,"IP Multimedia Subsystems in 3GPP & 3GPP2: Scalability issues", IEEE Communications Magazine, Janeiro 2008.

[11] 3GPP TS 23.218 V8.4.0 (2008-12), "IP Multimedia (IM) session handling; IM call model", Stage 2, Dezembro 2008.

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

Ricardo Azevedo, MSC em *Internet Computing* pelo Queen Mary College (Universidade de Londres) em 2006 e Licenciado em Engenharia de Computadores e Telemática pela Universidade de Aveiro em 2004. Foi bolseiro de investigação do IT desde 2004 a Fevereiro de 2006, com trabalho desenvolvido na área de QoS em redes heterogéneas de 4ª geração. Em Fevereiro de 2006 iniciou a sua actividade profissional na PT Inovação. Tem participado em diversos projectos de I&D no âmbito do IST e Eurescom nas áreas de QoS e *Network Management*, Mobilidade, Segurança, Privacidade e Gestão de Identidades.

11

Tecnologias Rádio: Tendências de Evolução Tecnológica e Aplicação ao Projecto Panorama-Rádio

palavras-chave:
Rádio, *backhaul*, ponto-a-ponto, *full-outdoor*, sem fios, redes da próxima geração.

No âmbito do projecto Panorama-Rádio, a aposta da PT Inovação em soluções rádio avançadas surge numa primeira instância em equipamentos *backhaul* essencialmente para bandas licenciadas.

Este artigo tem como objectivo apresentar o estado da arte das tecnologias sem fios, abordando as principais tendências tecnológicas que servirão de suporte à evolução para as redes da próxima geração. Assente nesta perspectiva, pretende-se dar também uma visão do projecto Panorama-Rádio e do seu enquadramento, dos principais objectivos e da arquitectura de um sistema rádio *backhaul* assente numa topologia ponto-a-ponto, para complementar as soluções de transporte da actual arquitectura dos sistemas NetB@nd.

Ricardo Sousa

Paulo Jesus

Nuno Sarabando

Tiago Campos

Samuel Madaíl
(Withus)

1. Introdução

A evolução das tecnologias de redes sem fios tem vindo a oferecer cada vez maiores desempenhos, permitindo que possam ser consideradas como alternativas viáveis às redes "cabladas", em cenários onde as vantagens da ausência de fios tomam um lugar de importância. Estas vantagens incluem fundamentalmente:

> a maior rapidez e os menores custos de implementação da rede;

> maior facilidade de cobertura de regiões rurais e de difícil acesso;

> os menores custos de operação, manutenção e gestão;

> a possibilidade de construir a rede gradualmente de acordo com as necessidades;

> a independência das operadoras incumbentes.

Para permanecerem competitivas, as tecnologias de redes sem fios têm de acompanhar a escalada das velocidades disponibilizadas por outras tecnologias como o xDSL (*Digital Subscriber Line*). Embora a utilização das bandas superiores em micro-ondas e ondas milimétricas permita o aumento dos débitos, com as frequências elevadas surgem alguns inconvenientes como o menor alcance e a necessidade de linha de vista (exceptuando casos de modulação OFDM/OFDMA – *Orthogonal Frequency-Division Multiplexing/Orthogonal Frequency-Division Multiple Access*). Outras dificuldades tecnológicas prendem-se com as restrições de largura de banda e com os elevados custos associados à utilização de espectro em bandas licenciadas. A evolução dos esquemas de modulação/codificação assente numa arquitectura de rede plana e *all*-IP (*Internet Protocol*), aliada a novos métodos de transmissão rádio e à utilização de técnicas avançadas de antenas, oferece os meios para superar estes obstáculos, abrindo o caminho para novos sistemas de comunicação de banda larga sem fios.

Neste sentido foi efectuado um estudo do estado de arte das tecnologias sem fios com o objectivo de conhecer as principais tecnologias no caminho para as redes da próxima geração, avaliar a disponibilidade comercial destas tecnologias e conhecer as tendências tecnológicas dos equipamentos rádio disponíveis no mercado. Durante este estudo foram identificadas duas vertentes principais, nomeadamente o *backhaul* e o acesso rádio. No entanto, dada a sua posição intermédia na hierarquia de rede, com o *backbone* ou rede *core* num extremo e as sub-redes de acesso no extremo oposto, foi dada ênfase ao *backhaul* uma vez que este assume um papel preponderante na definição das capacidades oferecidas aos clientes. A inexistência de infra-estruturas de *backhaul* adequadas tem sido um dos principais obstáculos ao estabelecimento das tecnologias 4G, já que as capacidades suportadas são muitas vezes insuficientes e não se coadunam com as velocidades prometidas por estas tecnologias. Importa assim maximizar o desempenho ao nível do *backhaul* para que este possa ser estendido às sub-redes de acesso, onde os clientes poderão desfrutar de serviços cada vez mais avançados.

2. Estudo do estado da arte das tecnologias rádio

Independentemente de toda a concorrência entre tecnologias, existem já algumas evidências tecnológicas relativamente às técnicas que têm tido um papel preponderante na evolução corrente das redes 3G e que suportarão a evolução para as redes 4G. Como se pode observar na figura 1, a nova geração de sistemas móveis e sem fios irá basear-se em tecnologia OFDM/OFDMA e numa arquitectura de rede plana e *all*-IP, em torno da qual se irão centrar os desenvolvimentos no âmbito do IMT-*Advanced* [1].

De seguida é feita uma breve descrição das principais técnicas que poderão servir de suporte à evolução para as redes da próxima geração.

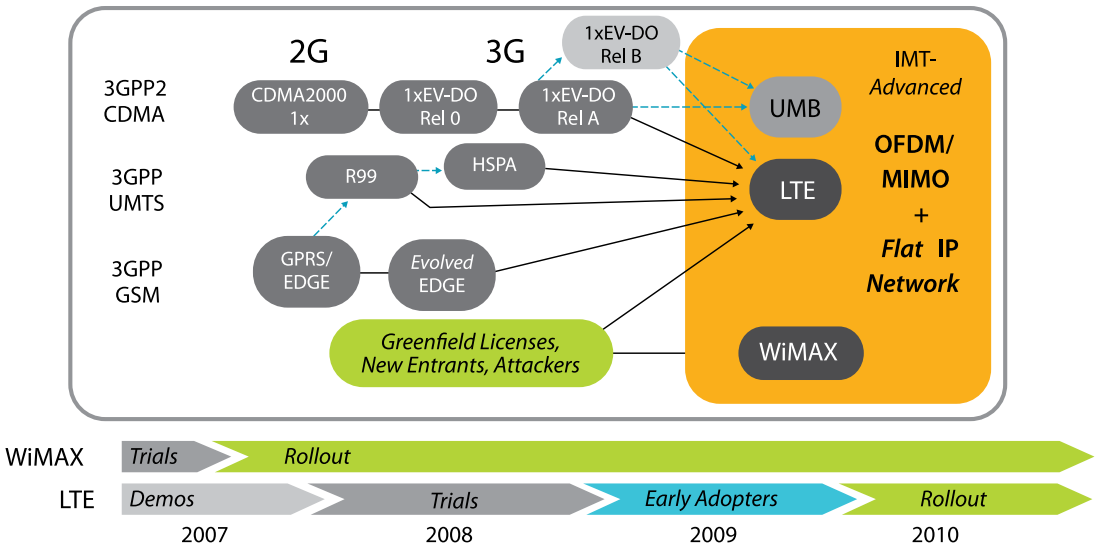

Figura 1 – *Evolution Path* [2].

> **OFDM e OFDMA** - O OFDM é um esquema de modulação multi-portadora que permite maiores eficiências espectrais, em que os recursos são disponibilizados no tempo através de símbolos OFDM e na frequência mediante subportadoras. O OFDMA é um esquema de acesso múltiplo baseado em OFDM que permite o acesso de múltiplos utilizadores ao mesmo canal e ao mesmo tempo. Isto é possível dividindo os recursos no tempo/frequência por vários subcanais, que podem ser dinamicamente alocados a diferentes utilizadores [3];

> **Técnicas de múltiplas antenas** - Apesar dos elevados custos associados às técnicas avançadas de sistemas múltiplos de antenas e respectivas cadeias RF (radiofrequência), como é o caso do MIMO (*Multiple Input/Multiple Output*), estas têm vindo a ser adoptadas por muitos protocolos de comunicação sem fios com o objectivo de melhorar o desempenho dos sistemas. A utilização destas técnicas, em conjunto com técnicas avançadas de processamento digital de sinal, com maior ou menor complexidade, permite aumentar o alcance, a velocidade de transmissão, o número de utilizadores por célula ou melhorar a fiabilidade de um sistema, reduzindo a taxa de erros na recepção e o consumo de potência na transmissão. Outra técnica é designada por *beamforming* e baseia-se na formatação do feixe de forma a maximizar a relação sinal–ruído (SNR), ou seja, maximizando o nível de sinal recebido e/ou minimizando ou mesmo, suprimindo os principais sinais de interferência dominantes, através de algoritmos de realimentação complexos [3], [4];

> **AMC (*Adaptive Modulation and Coding*)** - Esta técnica confere a um sistema a possibilidade de se adaptar a condições do canal variantes no tempo, permitindo maximizar a velocidade de transmissão, mesmo em condições de propagação desfavoráveis. O controlador AMC tem que pôr em prática uma política eficiente para ajustar os níveis de modulação, as taxas de codificação e a potência de transmissão de acordo com a qualidade do canal, geralmente medida através da relação entre o sinal recebido e as interferências e ruído ou SINR (*Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio*) [3];

> **HARQ (*Hybrid Automatic Repeat Request*)** - Esta técnica é implementada em conjunto com o módulo FEC (*Forward Error Correction*) ao nível da camada física e permite melhores desempenhos na resposta do sistema a erros de transmissão do que o ARQ (*Automatic Repeat Request*) convencional. Os dados retransmitidos são descodificados conjuntamente com os dados de transmissões anteriores, o que reduz a probabilidade de erros na descodificação [3];

> **Códigos turbo e LDPC (*Low-Density Parity-Check*)** - A utilização de códigos FEC para correcção de erros em canais com ruído revela-se preponderante para o aumento da fiabilidade das ligações. Embora não removam completamente o ruído, estes permitem reduzir e manter a probabilidade de erro a um nível mínimo. Actualmente, os códigos turbo e LDPC são os que apresentam os melhores desempenhos e baseiam-se em algoritmos de codificação/descodificação iterativa muito similares, evidenciando melhores resultados quando o tamanho dos blocos codificados é maior [3], [4].

3. Resultados

3.1. Prospecção de mercado

Em paralelo com o estudo do estado da arte, foi realizada uma prospecção de mercado relativa a equipamentos e *chipsets*/SoCs (*System on Chip*) com o objectivo de avaliar mais em concreto a disponibilidade das tecnologias, conhecer as tendências dos produtos disponíveis no mercado e determinar os respectivos custos. A informação recolhida abrangeu as principais características de equipamentos rádio, como o tipo de aplicação (*backhaul* ou acesso, ponto-a-ponto ou ponto-multiponto), o tipo de arquitectura (*split-mount* ou *full-outdoor*), a interface rádio (normalizada ou proprietária), as bandas de operação, a eficiência espectral, a sensibilidade de recepção, os esquemas de multiplexagem, *duplexing* e modulação e o consumo de potência, entre outras.

Os critérios de selecção de produtos para eventual integração em soluções a implementar, basearam-se num compromisso entre os requisitos associados ao tipo de aplicação e a posse de outras funcionalidades ou características desejáveis, nomeadamente suporte de OFDMA, MIMO, *beamforming*, AMC, DFS (*Dynamic Frequency Selection*), antenas com elevada sensibilidade, esquemas com elevados níveis de modulação, etc.

Os resultados desta prospecção foram utilizados para definição de requisitos e elaboração de propostas para integração de novos equipamentos rádio na gama de

soluções NetB@nd, tanto para o *backhaul* como para o acesso.

3.2. Normas e regulamentações

A operação em bandas licenciadas está sujeita ao cumprimento de determinadas normas definidas por organizações internacionais que regulamentam as telecomunicações, como as normas ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) e as normas CEPT/ERC (*Committee on European Postal Regulations/European Radiocommunications Committee*) ou ITU-R (*International Telecommunication Union- - Radiocommunication sector*), onde estão definidos os planos de arranjo de canais, incluindo largura de banda dos canais e modos de *duplexing*. Estas normas são adoptadas pelas entidades reguladoras de telecomunicações locais, às quais podem ser ainda impostas algumas restrições, nomeadamente ao nível da largura de banda dos canais, potências máximas de transmissão, etc.

Tendo em vista a definição dos requisitos dos equipamentos a desenvolver futuramente, foi realizada uma pesquisa das normas relativas à operação nas principais bandas licenciadas entre 6 e 38 GHz, bem como das restrições impostas pelas entidades reguladoras de alguns dos principais mercados alvo.

3.3. Requisitos para uma solução de *backhaul* ponto-a-ponto

Com base no estudo anterior foram seleccionados alguns equipamentos de referência, que apresentavam melhores desempenhos e que cumpriam os principais requisitos para equipamentos rádio para *backhaul* em bandas licenciadas. Para este tipo de soluções as interfaces rádio não necessitam de utilizar tecnologias normalizadas. Podem ser tecnologias proprietárias, sendo que interessa fundamentalmente ter uma solução com o máximo desempenho, nomeadamente maior velocidade de transmissão, maior potência de transmissão, melhor sensibilidade de recepção e resistência a interferências, etc.

Foi assim elaborada a lista de requisitos para um equipamento de *backhaul* ponto-a-ponto em bandas licenciadas, nomeadamente ao nível do desempenho, funcionalidades, interfaces de dados e de gestão, protocolos de comunicação, configurações de *Hardware* (HW), alimentação, etc. De uma forma geral, os requisitos principais são os seguintes:

> Arquitectura de HW em *full-outdoor*;

> Operação numa das bandas de frequência licenciadas entre 6 e 38 GHz;

> Eficiência espectral superior a 5 *bit*/s/Hz (numa única polarização);

> Nível de modulação elevado – 256 QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*);

> Larguras de banda e modos de *duplexing* de acordo com os planos de arranjo de canais definidos nas normas ETSI, CEPT/ERC e ITU-R;

> Maximização da potência de transmissão e sensibilidade de recepção;

> Interfaces de tráfego de dados: *Ethernet* 10/100/1000 Mbit/s, PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*) e SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*);

> Qualidade de serviço (QoS) – Classificação, prioritização e escalonamento de pacotes;

> Configuração em *hot-standby* para protecção de HW (1+1);

> Diversidade de polarização – configuração de HW para operar em modo de polarização dual (2+0);

> Códigos FEC avançados para correcção de erros, nomeadamente códigos turbo ou LDPC;

> Latência inferior a 5 ms;

> Minimização do consumo de potência (possível utilização painéis fotovoltaicos).

3.4. Aplicação ao projecto Panorama-rádio

No âmbito do projecto Panorama-Rádio e numa iniciativa conjunta entre a PT Inovação e o Instituto de Telecomunicações (IT), pretende-se desenvolver um equipamento rádio para *backhaul* ponto-a-ponto e que cumpra os requisitos propostos.

A solução encontrada para o processamento em banda-base, ou seja, a mais aproximada do estado de arte, foi o SoC PVG610X da *Provigent*, um dos principais fabricantes especializados em *chipsets* para equipamentos rádio. Além dos blocos funcionais e interfaces representados na figura 2, este SoC possui um controlador interno de AMC e permite configurações em *hot-standby* e em polarização dual, esta última com recurso a uma téc-

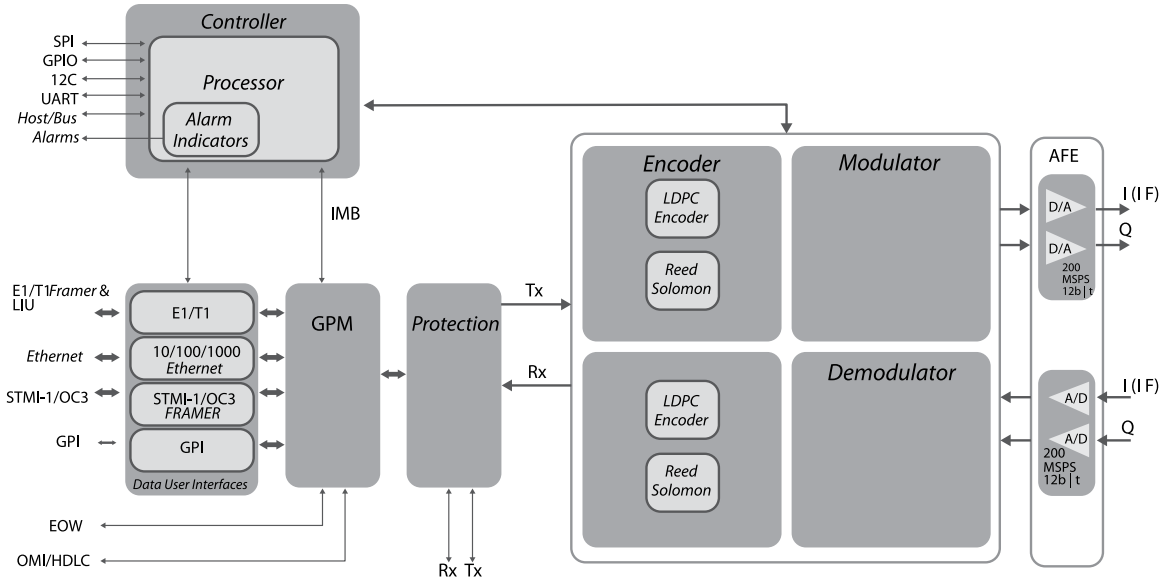

Figura 2 – Diagrama de blocos do PVG610X da Provigent [5].

nica para cancelamento de interferências cruzadas designada por XPIC (*Cross-Polarization Interference Cancellation*). O PVG610X permite a operação com níveis de modulação elevados até 256 QAM, com velocidades de transmissão até 350 Mb/s com uma única polarização ou até 700 Mbps em modo de polarização dual com XPIC [5].

Na figura 3 está representado um diagrama de blocos funcional do sistema *full-outdoor* que se pretende implementar na primeira fase, para operar em canais rádio com largura de banda até 56 MHz, na banda de 18 GHz e numa configuração 1+0. A utilização de XPIC e outras configurações de protecção e diversidade estão previstas em *roadmap* numa segunda fase.

Este sistema será composto essencialmente por uma unidade BB/IF, responsável pelo processamento do sinal em banda-base e conversão para IF (*Intermediate Frequency*) ou vice-versa, e por uma unidade RF, onde é feita a conversão do sinal IF para RF ou vice-versa. O tráfego de dados *Ethernet* e de gestão será entregue ao equipamento via uma única interface *Gigabit Ethernet* (GbE) óptica, sendo que a alimentação seguirá via cabo separado.

A unidade BB/IF incluirá o SoC PVG610X e o *Front-End* (FE) analógico para modulação/desmodulação e filtragem do sinal transmitido/recebido, bem como um *switch* GbE para separação de tráfego de dados e de gestão. O bloco de controlo central será responsável não só pela configuração do SoC e de outros periféricos localizados nesta unidade, como também pelo processamento do tráfego de gestão e pelo controlo/monitorização da unidade RF.

Na unidade RF, para garantir maior isolamento, serão utilizados cabos coaxiais separados para as cadeias de transmissão e recepção. As frequências intermédias para os sinais de transmissão e recepção serão também diferentes (respectivamente 850 MHz e 650 MHz), de modo a minimizar possíveis interferências e *crosstalk*. Serão utilizados dois microcontroladores, que estarão ligados por interfaces I^2C (*Inter-Intergrated Circuit*) ao bloco de controlo central, para controlar/monitorizar de forma independente os vários componentes das cadeias.

De acordo com a figura 4, a unidade *full-outdoor* será interligada com um EMILO-SNT Modular ou a outro equipamento de transmissão da família de plataformas multiserviço EMILO-NG. Este equipamento será responsável pela multiplexagem/desmultiplexagem dos diferentes tipos de tráfego (*Ethernet*, PDH e SDH) numa única interface GbE óptica. A separação entre tráfego de dados e de gestão será feita com base em *tags* VLAN (*Virtual Local Area Network*).

4. Importância para os negócios do grupo PT

No caminho para as redes da próxima geração, surge a necessidade da existência de infra-estruturas de *backhaul* capazes de suportar novos produtos e soluções de acesso rádio cada vez mais exigentes ao nível do desempenho. Nesta perspectiva, o desenvolvimento de soluções convergentes com a evolução das plataformas rádio, constitui-se por si só numa aposta segura e num compromisso para o futuro.

Na figura 5 estão representados alguns exemplos dos muitos cenários de aplicação do sistema a implementar, que demonstram como este sistema permitirá complementar a arquitectura actual de soluções NetB@nd.

Por outro lado, o envolvimento da empresa em projectos de rádio permitirá a aquisição de *know-how* que se poderá revelar de capital importância para a concretiza-

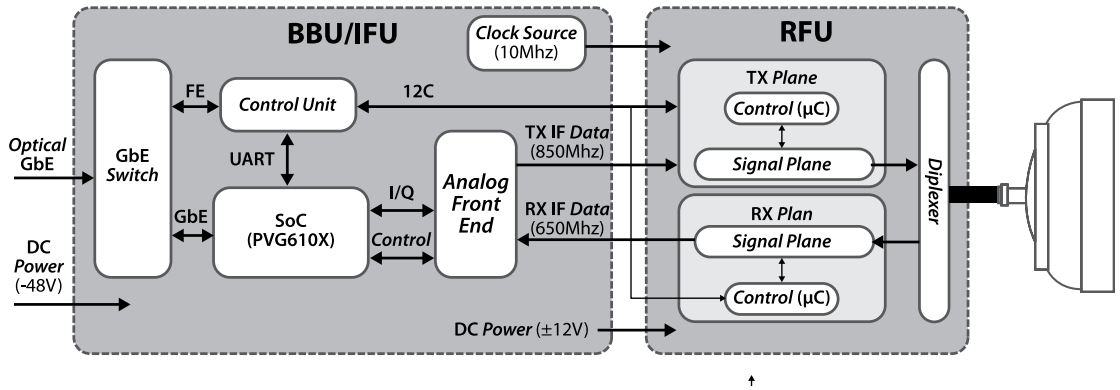

Figura 3 – Diagrama de blocos funcional do sistema *full-outdoor* a implementar.

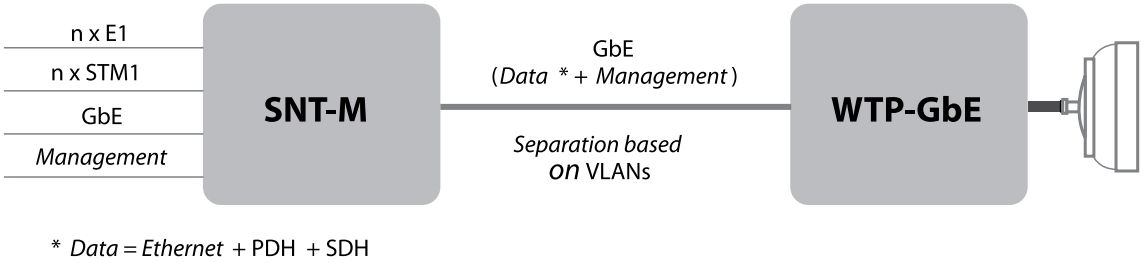

Figura 4 – Interligação com equipamento da família EMILO-NG.

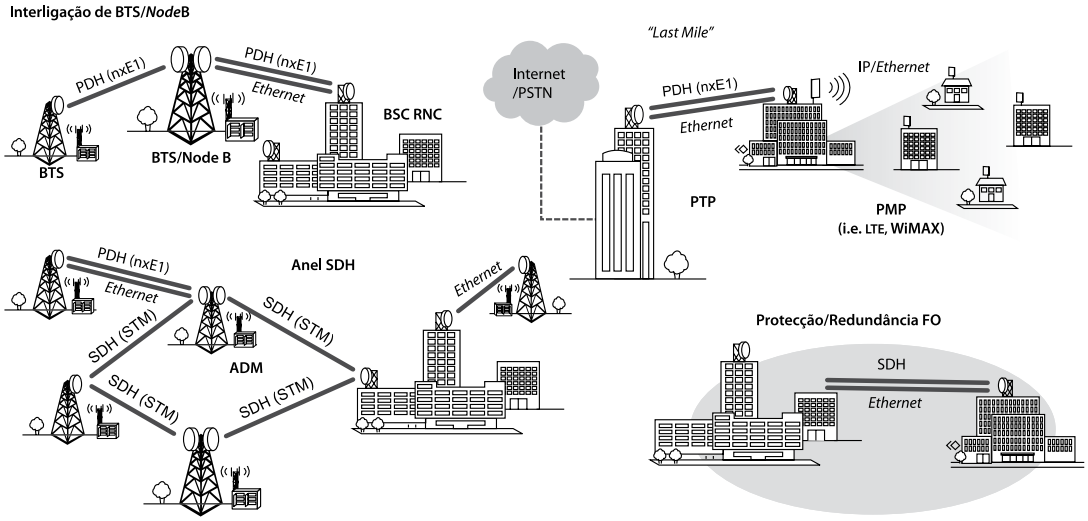

Figura 5 – Cenários de aplicação do equipamento de *backhaul* ponto-a-ponto.

ção de negócios a médio e longo prazo. O destaque vai para os mercados de países como o Brasil, Cabo Verde, Timor, Angola, Marrocos, Moçambique, etc., onde os reduzidos custos e a maior facilidade e rapidez de implementação deste tipo de soluções constituem factores preponderantes para o aproveitamento de novas oportunidades de negócio.

5. Conclusões

Com base no estudo do estado da arte e na prospecção de mercado realizados, foi possível definir os requisitos para um equipamento ponto-a-ponto orientado às tendências e ao estado de arte das tecnologias rádio.

As inúmeras aplicações revelam a importância de se ter um equipamento capaz de suportar diferentes tipos de tráfego sobre uma interface *Ethernet*. As operadoras poderão manter a conectividade com as suas infra-estruturas de redes tradicionais (PDH e SDH), ao mesmo tempo que se preparam para a migração para um tráfego de *backhaul all*-IP.

Apesar de ainda não existirem muitas soluções *full-outdoor* disponíveis no mercado e da sua utilização ainda não ter proliferado, tudo indica que a curto ou médio prazo a tendência do mercado passará por este tipo de arquitectura. As soluções *full-outdoor* apresentam muitos benefícios além dos mais óbvios associados às tecnologias sem fios, permitindo responder já a algumas necessidades actuais das operadoras, principalmente nos mercados emergentes, onde o acesso aos locais de instalação é muitas vezes limitado e os custos de aluguer de circuitos tem um grande peso no OPEX. No geral, em comparação com as soluções *split-mount*, este tipo de equipamentos apresentam fundamentalmente maior eficiência e uma maior facilidade e menores custos de instalação, operação e manutenção. A ausência de uma verdadeira unidade *indoor*, permite poupar espaço nos "bastidores" das operadoras (zero *footprint*), bem como minimizar o consumo de potência. Em particular, a utilização de fibra óptica, além de permitir maiores distâncias entre a unidade *full-outdoor* e a plataforma de serviços, confere uma maior protecção face a descargas eléctricas/relâmpagos e uma óptima resistência a interferências de fontes externas de elevada potência que estejam próximas da unidade.

Importa ainda referir que a futura implementação de uma configuração de polarização dual com recurso à técnica XPIC, poderá ser muito vantajosa uma vez que permite duplicar a velocidade de transmissão utilizando um único canal, ou seja, sem custos adicionais de licenciamento de espectro. Esta técnica é especialmente eficiente em regiões tropicais, onde a chuva pode implicar uma elevada degradação do factor de discriminação entre polarizações.

Referências

[1] WiMAX Forum, "WiMAX and IMT-2000", 22 de Janeiro, 2007.

[2] J. Hindson, "Understanding LTE", Nortel, 3G Americas, 2008.

[3] J. Andrews, A. Ghosh, R. Muhamed, "Fundamentals of WiMAX: Understanding Broadband Wireless Networking", Prentice Hall Communications Engineering and Emerging Technologies Series, Fevereiro de 2007.

[4] E. Dahlman, S. Parkvall, J. Sköld, P. Beming, "3G Evolution: HSPA and LTE for Mobile Broadband", Academic Press, Elsevier, 2007.

[5] "PVG610 Data Sheet", Provigent, 2009.

Ricardo Sousa concluiu a licenciatura e o mestrado integrado em Engenharia Electrónica de Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, respectivamente em 2006 e 2007. Realizou o estágio profissional na PT Inovação, no âmbito do Programa Talento da Inova-Ria em 2007/2008, integrando desde então a divisão de Desempenho de Rede e Plataformas de Acesso em Rádio e Cobre do Departamento de Desenvolvimento de Sistemas de Rede (DSR). Colaborou no desenvolvimento de *software* para o suporte à comunicação em ambientes OSI (*Open Systems Interconnection*) na linha de equipamentos EMILO-NG. Recentemente tem vindo a desenvolver a sua actividade profissional no âmbito do *PlanCel*, em planeamento e optimização de redes móveis, e do projecto Panorama-Rádio, no desenvolvimento de plataformas rádio.

Paulo Jesus, licenciou-se em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 1996. Mestrado em Sistemas de Telecomunicações pela mesma universidade em 2001. Exerceu funções na área de comunicações móveis no Instituto de Telecomunicações e na *Lucent Technologies*. Ingressou na PT Inovação em 2000 onde actualmente exerce funções na área de desenvolvimento de sistemas de rede sendo responsável pela unidade de Desempenho de Rede e Plataformas de Acesso. Tem participado em diversos projectos I&D (RACE, ACTS, IST).

Nuno Sarabando concluiu a licenciatura e o mestrado integrado em Engenharia Electrónica de Telecomunicações pela Universidade de Aveiro, respectivamente em 2005 e 2008. Realizou o estágio profissional na PT Inovação, no âmbito do Programa Talento da Inova-Ria em 2005/2006, integrando o grupo de tecnologias IP do departamento de Sistemas e Infraestruturas de Rede. Actualmente integra o departamento de Desenvolvimento de Sistemas de Rede, na divisão de Desempenho de Rede e Plataformas de Acesso em Rádio e Cobre. Colaborou no desenvolvimento dos equipamentos da família *Media*DSLAM. Recentemente tem vindo a desenvolver a sua actividade profissional no âmbito do *PlanCel*, em planeamento e optimização de redes móveis, e do projecto Panorama-Rádio, no desenvolvimento de plataformas rádio.

Tiago Manuel Campos, obteve a Licenciatura (Julho de 2005) e Mestrado (Janeiro de 2009) em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro. Frequentou no âmbito do Mestrado os Cursos de Formação Especializada em Redes de Comunicação e Comunicação Multimédia. Desde Setembro de 2005 a Agosto de 2007 exerceu funções de investigador no Instituto de Telecomunicações na área das Redes de Próxima Geração para a Portugal Telecom Inovação. Desde Setembro de 2007 integra o departamento de Desenvolvimento de Sistemas de Rede da PT Inovação onde tem estado envolvido em vários projectos de investigação e desenvolvimento.

Samuel Madail, concluiu mestrado em engenharia electrónica e telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2008. Iniciou percurso na PT Inovação em Aveiro com estágio profissional talento pela Inovaria. Actualmente, enquanto colaborador da empresa Withus, trabalha no departamento DSR – Desenvolvimento de Sistemas de Rede, mais especificamente na divisão de Desempenho de Rede e Plataformas de Acesso em Rádio e Cobre, efectuando trabalhos de planeamento e optimização de redes móveis (GSM, GPRS, UMTS) na Cabo Verde Telecom e Timor Telecom. Participa também no projecto Panorama-Rádio no desenvolvimento da plataforma rádio.

12

Aplicação da técnica "*planning poker*" para estimativas de esforço / tamanho

palavras-chave:
planeamento, estimativas, tamanho, esforço, processos, "*teambuilding*"

Jacinto Barbeira

Ricardo Fernandes (Maisis)

O planeamento de projectos de desenvolvimento de *software* deve ter por base estimativas fiáveis que permitam uma eficaz alocação de recursos e estabelecimento de datas de entrega ao cliente.

Hoje em dia na PT Inovação, tal como em muitas outras empresas, o processo de estimar o tamanho e esforço de um projecto é feito de forma *ad-hoc*. Este processo não tem qualquer tipo de estruturação que permita assegurar a sua repetibilidade, nem mesmo registo de informação que permita aferir a sua evolução.

Esta situação faz com que o planeamento de muitos projectos seja baseado em estimativas erradas, levando a que haja atrasos nas entregas, aumentando assim o esforço anteriormente planeado.

Neste contexto, foi experimentada na direcção de Desenvolvimento de Plataformas e Produtos (DPP) uma nova metodologia de estimativa, o *"planning poker"*. Tem como principais pontos de destaque: o envolvimento de toda a equipa de desenvolvimento no processo de estimativa e o facto de se estimar o tamanho do projecto, derivando posteriormente o esforço associado. Desta forma pretendemos eliminar os problemas que possam derivar nas diferentes interpretações dos requisitos do cliente.

Para além disso, pretende-se conseguir que os elementos da equipa raciocinem em termos de tamanho em vez de estimar directamente esforço, uma vez que o primeiro é um elemento mais estável do que o segundo. Exemplo: um requisito com o mesmo tamanho pode ser objecto de um esforço maior ou menor, dependendo de factores como a experiência da equipa.

Os resultados esperados são: menores atrasos devidos a erros de estimativas; partilha de conhecimento entre os elementos da equipa; diminuição de erros por diferenças de interpretação dos requisitos e estabelecimento de uma base de dados de estimativas que possa vir a servir como factor de calibração na estimação de projectos futuros.

1. Introdução

Quando contactados informalmente, a maior parte dos participantes em projectos de desenvolvimento de *software* indica a existência de problemas de planeamento nos projectos em que participam, sendo que um dos mais apontados é o assumir de prazos irrealistas para o produto a ser desenvolvido.

Qualquer actividade de planeamento necessita (pelo menos) de 3 *inputs*: duração máxima do projecto, recursos disponíveis e o esforço necessário para desenvolver o produto. Os custos associados podem influenciar o plano final, mas não são essenciais para que se consiga fazer um plano. Ou seja, o plano de um projecto é o resultado de uma actividade que tem como *input,* entre outros, uma estimativa de esforço.

A ausência de uma estimativa razoável e fiável vai influenciar a equipa de planeamento quer na alocação de recursos, quer no seu evoluir ao longo do tempo.

Sendo que estudos internacionais revelam que os profissionais da indústria têm a tendência a ser demasiado optimistas, pois acham sempre que se pode fazer mais do que aquilo que é razoável esperar, o resultado habitual do planeamento redunda em actividades subdimensionadas quer em termos de duração quer em termos de alocação de recursos. Deste modo, a melhoria do processo de planeamento passa sempre pela melhoria das estimativas em que se baseia.

Para além do impacto directo no planeamento, um melhor processo de estimativas pode também influenciar os processos de controlo de projecto e promover uma maior colaboração nos processos de desenho da solução, reduzindo os erros provocados pela falta de alinhamento da equipa de desenvolvimento com a solução no seu todo.

Neste artigo vamos começar por identificar as situações que levaram a que a equipa de desenvolvimento tivesse sentido a necessidade de alterar o seu processo de planeamento. De seguida será exposta a metodologia escolhida para abordar esse problema. O capítulo de resultados apresentará a análise da informação obtida nas duas iterações já realizadas, bem como a sua influência nas melhorias introduzidas na metodologia.

Finalmente será apresentada a apreciação final ao trabalho realizado nos últimos meses e serão analisadas as perspectivas de aplicabilidade desta metodologia a outras equipas na empresa.

2. Identificação do problema

Apesar de mais tarde serem acrescentadas novas dimensões de implicação da alteração na metodologia de estimativas, o problema principal foi detectado de uma forma bastante simples.

Na ausência do *team leader* de uma das equipas de desenvolvimento, que era o responsável pelas estimativas, foi-nos pedido que fizéssemos uma análise de viabilidade dos requisitos propostos para uma nova *release*. Esta análise de viabilidade passava por fazer uma estimativa de esforço dos requisitos propostos e identificar a possibilidade da sua execução no prazo de 3 meses (a data de entrega já tinha sido definida por outra equipa).

O processo utilizado até então passava pela análise por parte do *team leader* do documento de requisitos e, individualmente, com o responsável de cada módulo afectado, elaborar uma abordagem e a estimativa de esforço (tipicamente em horas ou dias) para a realização do requisito.

Nenhum dos autores reconheceu ter o conhecimento alargado do produto em causa de modo a avaliar o esforço necessário para implementar os cerca de 50 requisitos propostos, afectando perto de 2 dezenas de módulos com um prazo de apenas 3 dias.

Um outro dado importante na definição de uma nova metodologia de estimativas,

veio de um domínio aparentemente afastado da fase de planeamento de projectos. Numa das *releases* anteriores entregue pela equipa, foi identificado um defeito de alguma gravidade na interacção entre dois dos seus módulos. Em análise do acontecido, ficou evidenciado que este não era um caso isolado, e que alguns dos defeitos encontrados poderiam ser evitados se todos os elementos da equipa de desenvolvimento estivessem a par dos desenvolvimentos dos módulos dos quais, não sendo responsáveis, tinham a necessidade de interagir.

Paralelamente à melhoria da qualidade do produto entregue, era também objectivo da gestão da equipa assegurar que qualquer módulo não era conhecido apenas por um elemento da equipa, evitando deste modo problemas por indisponibilidade de algum dos elementos. Exigia-se deste modo que cada pessoa estivesse informada não só sobre as abordagens e condicionantes dos módulos sobre os quais é responsável, mas com as abordagens e condicionantes do "ecossistema" em que reside.

Finalmente, existia, da parte da gestão da equipa de desenvolvimento, o sentimento de que seria útil melhorar o controlo do projecto, através de um reporte de horas mais cuidadoso das actividades realizadas. No entanto, as ferramentas utilizadas anteriormente para o efeito, revelaram-se inadequadas, redundando no abandono desta actividade a meio da *release*.

Foi neste enquadramento, e tendo sempre em pano de fundo as queixas ao planeamento demasiadamente agressivo, que foram investigadas metodologias que permitissem resolver os vários problemas pendentes e urgentes da análise de viabilidade.

3. Metodologia

Existiram no processo de escolha da metodologia a utilizar três aspectos decisivos:

> A inexistência de dados históricos em termos de estimativas efectuadas e do seu grau de precisão;

> A falta de conhecimento aprofundado dos autores, quer da globalidade dos módulos afectados quer dos efeitos de interacções entre estes. Isto é, a equipa é muito nova ao nível de conhecimento dos módulos onde são responsáveis;

> O prazo de 3 dias para ter a estimativa feita.

O primeiro ponto elimina a possibilidade de optar por metodologias baseadas em métodos estatísticos e por analogia.

O segundo ponto põe de parte a hipótese de utilizar técnicas de *expert judgement*, pelo menos com um grau de confiança aceitável.

Finalmente, o último ponto torna virtualmente impossível utilizar técnicas de análise funcional como *function points* [1] ou alguma das suas derivações.

Como tal, as nossas escolhas foram rapidamente reduzidas para técnicas de estimativas em grupo. Para além de responderem aos três factores cruciais enunciados, este conjunto de técnicas tem como vantagem a abordagem a alguns dos problemas enunciados na secção anterior:

> Potencia a partilha de conhecimento entre elementos da equipa;

> Diminui a probabilidade de erros por desconhecimento de problemas de interacção entre módulos;

> Promove um maior envolvimento da equipa no processo de tomada de decisões, diminuindo o sentimento de conflito equipa/gestão.

Dentro desta família de metodologias, destacam-se duas: *wideband delphi* [2] e *planning poker* [3]. Dois grandes factores as separam, tomando-as na forma como foram inicialmente criadas.

A primeira é um modelo mais formal, tendo maiores custos de tempo dispendido. Todo o processo de registo de votações, a partilha dessa informação e a discussão geradas, bem como com o custo adicional de uma preparação individual antes das sessões de estimação em grupo. Esta técnica é usada tradicionalmente para estimativa de esforço, embora tal não seja obrigatório.

A segunda metodologia surge integrada no movimento Agile [4], e tem tipicamente menos custos associados à sua utilização, em virtude da ausência de uma fase de preparação e de determinadas características do processo, que veremos mais adiante. Tipicamente esta técnica é usada para estimar o tamanho de uma ou mais tarefas e não o esforço da mesma.

Com o tempo disponível extremamente curto, e tendo em conta a experiência anterior de um dos autores na utilização de *planning poker* (diminuindo deste modo o risco de má aplicação da metodologia), decidimos optar pela alternativa mais ágil.

Esta tem como características distintas:

> Estimativa de tamanho e não de esforço;
- O esforço é calculado com base no desempenho (velocidade) da equipa;
- O valor de um requisito apenas faz sentido por comparação com os restantes (entre um requisito estimado com 1 e outro com 3, significa que o segundo é 3 vezes maior/mais complexo que o primeiro;

> Os valores possíveis não são lineares;
- Utiliza uma série de *fibbonacci*;
- À medida que a complexidade do requisito aumenta, a sua comparação é feita numa escala de grandeza maior;

> Todos os elementos participantes revelam a estimativa ao mesmo tempo;
- Evita *peer-pressure* e influência de *oppinion makers* dentro da equipa;
- A utilização de cartas e de uma mecânica lúdica no processo de estimação ajuda a que os participantes encarem esta actividade de uma forma mais positiva.

3.1. *Planning Poker* modificado

A estimação por *Planning Poker* é uma metodologia derivada do método *Wideband Delphi*, em que uma equipa de esti-

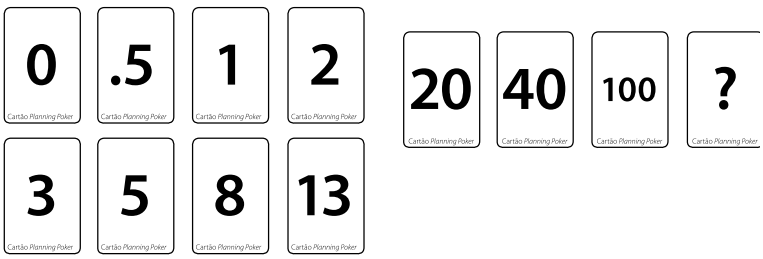

Figura 1 - Cartas de *Planning Poker* utilizadas na sessão de estimação

mação, de uma forma estruturada, constrói estimativas para um conjunto de *user stories* [5] ou tarefas.

Esta técnica foi proposta por Mike Cohn como parte da metodologia de desenvolvimento de *software* SCRUM.

3.1.1. Guião

O guião original desta metodologia pode ser consultado em http://www.planningpoker.com/detail.html

Para a estimação do projecto SLTF, foi utilizada uma variante do método original, tal como apresentado na tabela 1.

3.1.2. Seleccionar a equipa de estimação

O gestor de projecto selecciona uma equipa estimadora de 3 a 7 elementos, mais um moderador. Esta equipa deve incluir elementos representantes dos diversos sectores afectados pelas tarefas a estimar.

3.1.3. Reunião de *kick-off*

Esta reunião tem como grande objectivo a homogeneização da equipa de estimação em relação ao âmbito das tarefas a estimar e metodologia de estimação.

Passos da reunião:

1. Explicar a metodologia *Planning Poker*;

2. Rever a documentação de requisitos, caso não tenha sido ainda vista por todos os elementos da equipa;

3. Rever os objectivos da reunião de estimação;

4. *Brainstorming* para identificação de tarefas que não estejam contempladas nos requisitos/conjunto de tarefas *standard* necessárias a todos os requisitos;

5. Entrega das cartas de estimação aos participantes;

6. Identificação dos pressupostos que servirão como base para a estimação;
   - Identificação da tarefa de menor complexidade da lista de requisitos.

A lista de requisitos identificada no documento de requisitos (ERDR), juntamente com as tarefas identificadas no ponto 3 será compilada pelo moderador e servirá como *input* para o passo seguinte.

3.1.4. Preparação individual

Após a reunião de *kick-off,* o moderador enviará um documento com a lista de tarefas/requisitos a estimar a cada um dos elementos da equipa de estimação.

Nesse documento constam ainda os pressupostos identificados na reunião de preparação.

Cada um dos elementos é responsável por individualmente indicar uma estimativa para cada tarefa na lista. A unidade a utilizar é a que for decidida na reunião de *kick-off.* A seleccção passa por identificar o requisito mais simples (tamanho menor) de desenvolver. Sempre que dessa estimativa individual surgirem pressupostos não identificados previamente, estes devem ser adicionados à lista.

Da mesma forma, sempre que durante esta fase forem identificadas tarefas que não o foram na reunião de *kick-off*, o estimador deverá acrescentá-las à lista, assinalando que são produto da sua preparação individual.

3.1.5. Reunião de estimação

Durante a reunião de estimação cada item da lista de tarefas vai ser tratado da seguinte forma:

1. As tarefas e pressupostos decorrentes da preparação individual são acrescentados à lista de itens a estimar;

2. Cada participante recebe um baralho de cartas com valores válidos para estimar;

3. Cada requisito é revisto;

4. São discutidas as dúvidas e abordagens desse requisito;

5. Cada elemento escolhe uma estimativa do seu baralho;

6. Todos os elementos mostram a sua carta simultaneamente;

7. Se todas as estimativas coincidirem, passar ao próximo requisito e começar do passo 4;

8. Se houver diferenças entre estimativas, estas são discutidas, e regressa-se ao passo 5 até obter consenso;
   - No caso de não ser conseguida uma convergência no valor das estimativas ao fim de 3 rondas, o moderador deverá tomar nota desse facto como um problema, a abordar na fase seguinte, e continuar para o próximo item.

3.1.6. Revisão/Consolidação

Nesta fase, a equipa de estimação reúne com o gestor do projecto para definir o plano de actuação para os problemas levantados na reunião de estimação:

> Itens em que a estimativa não convergiu;

> Esclarecimento de pressupostos.

3.2. Adaptações

Como é visível por comparação, foram feitas algumas modificações à metodologia original. Na tabela 2 elas são evidenciadas e a justificação para a sua utilização é apresentada.

Nome	*Planning Poker* Modificado
Objectivo	Uma equipa de projecto cria as estimativas para os requisitos aprovados
Work Products	***Input*:** ERDR ***Output*:** Estimativa de complexidade/tamanho para cada requisito
Critérios de entrada	• ERDR aprovado • Reuniões de *kick-off* e de estimação agendadas • Objectivos da reunião de estimação definidos
Passos	1. Seleccionar a equipa de estimação 2. Reunião de *kick-off* 3. Preparação individual 4. Reunião de estimação 5. Revisão/consolidação
Critérios de saída	*Outputs* gerados ou um plano para resolução de problemas de interpretação/abordagem equisitos a estimar

Tabela 1 - *Script* do método *Planning Poker* Modificado

Utilização de requisitos sem ser em forma de *user story*	O modelo de desenvolvimento utilizado na equipa não se baseia em metodologias *Agile*, pelo que não existe o conceito de *user story*. Os requisitos aprovados no ERDR são o ponto de partida para o processo de estimativa.
Criação de um passo de preparação individual	A falta de experiência da equipa nesta metodologia pode criar alguma entropia na sessão de planeamento em grupo. A fase de preparação individual faz com que as dúvidas na aplicação da metodologia sejam abordadas e esclarecidas *a priori*. Como estamos a introduzir um novo modelo de trabalho, os autores acharam interessante existirem dados que permitam aferir a diferença entre o que seriam estimativas individuais das conseguidas pela equipa.
Identificação da tarefa base (unidade de comparação)	A necessidade sentida de um passo de preparação individual, associada à falta de experiência levaram-nos a definir um requisito como sendo a unidade (tamanho 1) para comparação em todos os outros requisitos. Além disso, numa perspectiva de longo prazo, o estabelecimento de uma unidade identificável para comparação permite estabelecer paralelismos entre os resultados de cada *release*.
Identificação de tarefas *standard* por requisito	Um dos pontos fracos do método original é assumir que as *user stories* estimadas são construídas de ponta a ponta, podendo haver apenas dependências entre histórias. Apesar de isto ser um problema de planeamento, influencia a metodologia de estimativa, pois estimar cada tarefa individualmente seria impraticável. Deste modo decidiu-se inicialmente que cada requisito teria, por módulo afectado, as seguintes tarefas, com a respectiva distribuição de esforço: • Documento de interface - COEI (10%) • Desenho de Testes (15%) • Desenvolvimento (30%) • Execução de Testes (15%) • Restante Documentação (20%) • Scripts (10%) Mesmo dentro do mesmo requisito existem dependências entre tarefas que podem condicionar o planeamento, nomeadamente a regra que indica que, para cada elemento e cada requisito, nenhum desenvolvimento deve ser iniciado sem antes o COEI e desenho de testes ter sido feito.

Tabela 2 – Lista de modificações à metodologia *Planning Poker* original e respectiva justificação

4. Execução

4.1. Planeamento e controlo

Intimamente ligados à metodologia de estimativas estão o planeamento e controlo do projecto. Sem o primeiro não haveria utilidade nos números obtidos e sem o segundo não haveria forma de aferir o resultado da estimação. Dado que também neste aspecto havia bastante indefinição, optamos por incluir propostas para planeamento e controlo que estivessem alinhados com a metodologia de estimativa.

4.1.1. Velocidade

A velocidade no contexto do *planning poker* é o tempo gasto para realizar uma tarefa estimada em tamanho 1. Este valor permite "converter" pontos de tamanho em esforço necessário à execução. Na primeira iteração esta foi calculada como a média entre o pior e o melhor cenário para o requisito eleito como base de comparação. Nas iterações seguintes deve ser utilizado o valor encontrado por análise do esforço na verdade realizado pela equipa para completar os requisitos.

4.1.2. Planeamento

Foi utilizado o Microsoft Project para fazer o planeamento detalhado da *release*. Para cada requisito foram identificados os módulos afectados e as tarefas a realizar. Em seguida, foi calculada a distribuição do esforço pelas tarefas. A responsabilidade pelo par módulo/requisito foi atribuída a um elemento da equipa. Como restrições ao planeamento incluímos:

> As tarefas de desenho de interface (COEI) e desenho de testes de um requisito são as primeiras tarefas a realizar;

> No total das tarefas atribuídas a um elemento, todas as tarefas de desenho de interface e desenho de testes têm de estar terminadas antes de esse mesmo elemento ter outro tipo de tarefas atribuídas;

> Cada elemento apenas pode efectuar uma tarefa de cada vez;

> A semana de trabalho tem 30 horas úteis atribuíveis.

4.1.3. Controlo

Para simplificar o processo de controlo, foi criada uma página no Sharepoint do projecto, onde, ao terminar cada tarefa, um elemento teria de indicar qual a tarefa, o número de horas gastas e a data de término.

Esta informação serviu depois para dois tipos de análise:

> Evolução do projecto em relação ao tempo, comparando as tarefas que deveriam estar terminadas com as que na verdade foram terminadas numa determinada data;

> Evolução do projecto em relação ao esforço, comparando o esforço real com o estimado nas seguintes vertentes:
- Desvio por tarefa;
- Desvio por requisito;
- Desvio total;
- Percentagem de tempo gasto em tarefas não planeadas;
- Percentagem de tempo gasto em tarefas não executadas;
- Percentagem de tempo gasto em tarefas com esforço zero;
- Perfil de distribuição de esforço.

4.2. Iteração I

4.2.1. Sessões de estimação

Na primeira iteração o processo de estimativas foi executado como previsto, apenas com a necessidade de adiantar as sessões de estimativa para um conjunto de requisitos cujo elemento com maior experiência iria gozar férias nas datas previstas para a sessão principal.

Ao todo foram realizadas cerca de 12 horas de sessões de estimação, espalhadas por três sessões, num total de aproximada-

mente 120 horas gastas no processo, não contando com a preparação individual.

Foram estimados 57 requisitos, incluindo 6 requisitos de sistema identificados pela equipa como necessários para um correcto funcionamento da nova *release*.

Destes, 4 foram eliminados como inviáveis para a *release* actual, 3 foram fundidos num requisito único e dois ficaram pendentes de esclarecimentos adicionais.

Houve um requisito que foi acrescentado a *posteriori*, não tendo sido estimado e é considerado como trabalho não planeado.

O total de pontos estimados para o conjunto dos requisitos foi de 186, o que corresponde a 1488 horas de esforço, utilizando a velocidade de 8 horas por ponto, identificada como o caso mais provável numa análise mais meticulosa ao requisito definido como unidade de comparação.

Optou-se por não estimar o esforço associado à correcção de defeitos nesta primeira iteração, arcando com o eventual acréscimo de esforço daí derivado. Sem dados históricos, este seria um exercício académico de adivinhação. A equipa preferiu aguardar o fim desta *release* para ter dados de controlo que lhe permitissem inferir os valores a atribuir à correcção de defeitos em *releases* seguintes.

4.2.2. Planeamento

Nesta iteração, e na falta de dados históricos, foi aplicada a distribuição de esforço igualmente por todos os pares requisito/módulo utilizando o perfil definido em 3.2.

O resultado foi um plano que se estendeu de 4 de Maio a 1 de Julho de 2009.

4.2.3. Resultados e desvios

Evolução temporal

A figura 2 apresenta a evolução temporal planeada e executada.

A configuração anormal da curva no início do projecto tem a ver com um problema identificado no planeamento que foram as tarefas de custo zero.

A distribuição do esforço de um par requisito/módulo por todas as tarefas *standard* levou à criação de tarefas que não havia necessidade de fazer. Por exemplo, o processo de desenvolvimento de ecrãs não utiliza a lógica de *Test Driven Development* (TDD) [6] de separar o desenho da execução dos testes, pelo que todo o tempo gasto em testes não é passível de ser dividido. Este, entre outros exemplos, levou a que algumas dezenas de tarefas tenham sido fechadas no primeiro dia do projecto com esforço zero.

Os dois saltos identificados no gráfico a 22 de Maio e 19 de Junho foram identificados como problemas no reporte de horas. Alguns elementos da equipa atrasaram-se no registo das suas actividades, e, ao fazê-lo, utilizaram em alguns casos a data de introdução dos dados e não a verdadeira data de término da tarefa, dando origem aos comportamentos anormais.

Esforço

Foram planeadas 267 tarefas, correspondentes aos requisitos que foram estimados com valores superiores a 0. Destas, 12 tarefas não foram realizadas, correspondentes a dois requisitos que não foram terminados e que transitaram para a *release* seguinte. O número de horas correspondentes foi de 1488, sendo que o número de horas trabalhadas na realidade foi de 1695.

As tarefas de custo zero (erros na atribuição de tarefas a cada par requisito/módulo) elevaram-se a 108 (40% do total) o que revela problemas graves no processo de transpor as estimativas para o plano, com a criação de muitas tarefas fantasma. Para além disso, foi reportado pela equipa a dificuldade em individualizar as tarefas de documentação e *scripts* por par requisito módulo. Foi indicado que este tipo de tarefa é tipicamente executado no final de cada release e que é organizado por módulo, não por requisito.

O total de tarefas não planeadas também atingiu um número elevado, chegando a 43% do esforço realizado, sendo a grande maioria destas relacionadas com correcção de defeitos de *releases* anteriores. Apesar de ser esperado, este valor é esclarecedor relativamente a um dos motivos de atrasos e/ou necessidade de esforço extra nos desenvolvimentos desta equipa.

Dentro das tarefas planeadas, estimadas e completamente realizadas, o desvio por tarefa foi de -28%, enquanto o mesmo desvio mas analisado por requisito se manteve em -13,5%. Ou seja, embora tenha havido atrasos e necessidade de trabalhar mais, isso foi causado em grande parte pelas tarefas de correcção de defeitos, uma vez que dentro do que foi estimado, o desvio foi inclusive negativo, indicando algum receio ou conservadorismo na estimativa da equipa.

A velocidade recalculada no final da release foi de 7, baixando dos 8 estimados no início. O novo perfil de distribuição de esforço obtido foi o seguinte:

> COEI (10%);

> Desenho de Testes (14%);

> Desenvolvimento (37%);

> Testes (18%);

> Documentação (8%);

> *Scripts* (14%).

Sendo de destacar apenas a variação negativa do tempo gasto em documentação, cujas causas devem ser analisadas.

4.2.4. Alterações para a iteração II

Durante a fase de estimativa

> Para cada requisito:
- Identificar os módulos afectados;
- Identificar quais as tarefas a realizar em cada módulo de entre as seguintes;
  - COEI, Desenho Testes, Desenvolvimento Execução de testes;
- Estimar o requisito;

> Por cada módulo afectado:

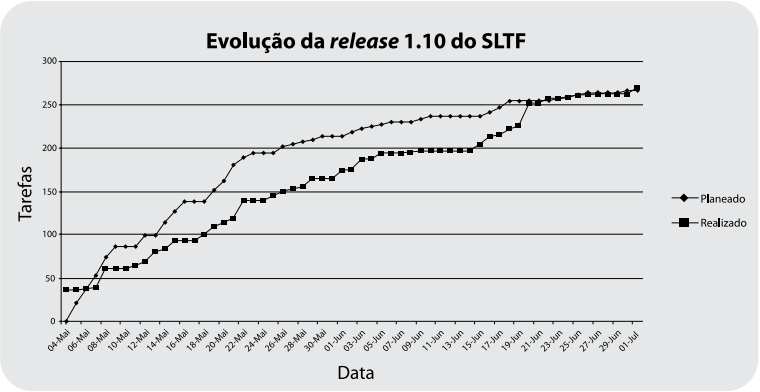

Figura 2 - Número de tarefas planeadas e realizadas ao longo da *release*

- Criar um requisito interno com duas tarefas:
  - Documentação e *Scripts*;

> Criação de novos requisitos internos - não definidos no ERDR mas ainda assim necessários para a equipa poder completar correctamente a *release*:
- Planeamento e controlo (reuniões, reporte de horas, análise de alterações);
- Preparação de ambientes (incluindo o *software* "caseiro" para realizar os testes: *testbeds*);
- Esclarecimentos a outras equipas;
- Correcção de defeitos.

No caso dos esclarecimentos a outras equipas e correcção de defeitos, a estimativa de esforço é feita directamente em percentagem do tempo total da *release*, e baseado em dados históricos de *releases* anteriores. A razão prende-se na impossibilidade de descrever a sua complexidade e o total desconhecimento do que poderá aparecer como tarefas deste tipo.

Durante a fase de execução

> No processo de registo de horas, o identificador do requisito passa a ser escolhido de uma lista de opções, em vez de ser texto livre, o que causou confusões nesta iteração;

> Identificada a necessidade de existir uma nova caracterização de tarefas para quando estas saem do espectro do desenvolvimento de *software*: reuniões, actividades de controlo, etc.

4.3. Iteração II

4.3.1. Sessões de estimação

Durante a *release* 1.11 foram feitas duas sessões de estimação. A primeira no início da *release* para estimar os requisitos aprovados no ERDR. Em meados de Agosto foi realizada uma nova sessão para avaliar a possibilidade de integrar uma série de novos requisitos.

No total foram gastas cerca de 200 horas em tarefas de análise e estimativa de requisitos. Foram estimados 95 requisitos, divididos em 48 requisitos de sistema (descritos no ERDR) e 47 requisitos internos (identificados pela equipa como actividades necessárias para o desenvolvimento).

O total de pontos estimados foi de 419,5, correspondentes a 2908 horas, usando a velocidade 7 obtida na *release* anterior.

Para além dos requisitos introduzidos após o início da *release* sendo estes avaliados na segunda sessão de estimação dando origem a um replaneamento. Foram ainda acrescentados 10 requisitos sem planeamento, contando como tal para o bolo de tarefas não planeadas.

A partir desta iteração, a correcção de defeitos passou a ser estimada como uma percentagem do total de horas planeadas, podendo deste modo ser analisada a sua evolução, quer em termos absolutos do total de horas gastas nessa tarefa, quer em termos relativos ao total de horas trabalhadas na *release*.

4.3.2. Planeamento

O planeamento foi realizado nos mesmos moldes da primeira iteração, apenas com uma nova restrição: ao separar as actividades de documentação e *scripts* para um requisito de sistema por módulo, este requisito tinha de ser precedido por todos os requisitos do ERDR que afectassem o módulo em causa.

Foi obtido um plano que identificava um período de desenvolvimento entre 1 de Julho e 25 de Setembro de 2009.

Após a inclusão do segundo conjunto de requisitos, o plano foi estendido até 2 de Outubro para o primeiro conjunto de requisitos e 14 de Dezembro para o segundo.

4.3.3. Resultados e desvios

Os valores em seguida indicados são referentes a 1 de Outubro de 2009.

Evolução temporal

A figura 3 apresenta a evolução temporal planeada e executada.

Apesar do arranque lento devido a problemas com a *release* anterior que precisaram de ser resolvidos, a execução do projecto apresenta uma configuração típica de recuperação.
A evolução rápida das tarefas planeadas em meados de Julho tem a ver com uma série de COEI e desenhos de testes de pequena dimensão, que claramente não foram executados à cabeça como pretendido. Ao contrário, a equipa optou por tomar uma abordagem por requisito, o que revela que nesta iteração as precedências entre módulos desenvolvidos por pessoas diferentes não tiveram o impacto que era esperado.

O grande salto no final de Setembro tem a ver com a conclusão das pequenas tarefas de documentação e *scripting* dos módulos com poucas alterações.

Os saltos ocasionais durante o período da *release* continuam a demonstrar alguns problemas de *reporting*, embora essa tendência se tenha atenuado relativamente à iteração anterior.

No final de Setembro podemos ver um novo salto nas tarefas planeadas, correspondente à inclusão dos novos requisitos.

Notar que neste período todos os elementos da equipa tiveram semanas de férias que foram consideradas no planeamento.

Esforço

Foram planeadas 334 tarefas, correspondentes aos requisitos que foram estimados com valores superiores a 0.

O número de horas correspondentes foi de 2908, tendo sido realizado até à data de escrita deste relatório cerca de 2600 horas.

As tarefas de custo zero (erros na atribuição de tarefas a cada par requisito/módulo) foram de apenas 25 (7% do total) o que indica que as medidas tomadas em fase de estimativa foram eficazes para reduzir os 40% obtidos na primeira iteração. Relativamente à questão de documentação e *scripting,* apesar de haver ainda alguma confusão sobre como efectuar o reporte destas actividades, as dúvidas apenas se

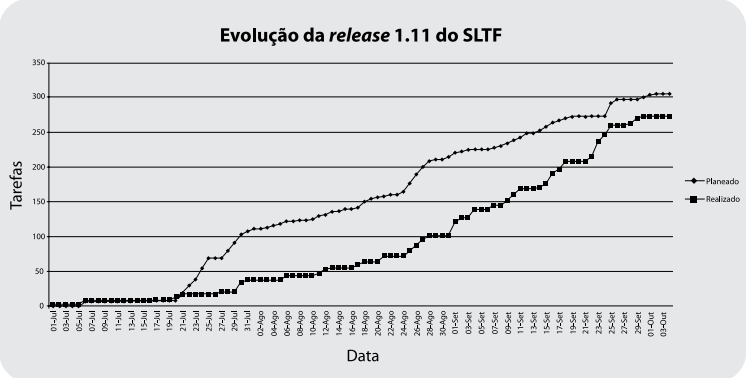

Figura 3 - Número de tarefas planeadas e realizadas ao longo da *release*

apresentaram no início da *release,* estando neste momento essa questão encerrada.

As tarefas não planeadas ascendem a 62 (19%), correspondentes a 19% do esforço gasto até ao momento. No entanto, ao contrário do que aconteceu na *release* anterior, estas correspondem a requisitos entrados a meio do desenvolvimento, e não a correcção de defeitos. Nesse capítulo, foram estimadas 560 horas, tendo à data de escrita do artigo sido gastas 559. Caso não tivesse sido alargado o período de desenvolvimento da *release* devido aos novos requisitos, o resultado teria sido diferente.

Dentro das tarefas planeadas, estimadas e completamente realizadas, o desvio por tarefa foi de -63%, enquanto o mesmo desvio mas analisado por requisito terminado foi de 67,5%. No entanto, e devido aos desvios extremamente altos em tarefas com pouco peso (<8 horas), a equipa decidiu analisar a mediana dos desvios, de modo a atenuar o efeito dessas tarefas.

Sendo assim, a mediana dos desvios por tarefa foi de -37%, enquanto por requisito terminado essa mediana é de 0%. Estes valores representam uma grande evolução na precisão das estimativas, tendo que ter, no entanto, em conta os grandes desvios em tarefas pequenas. Deverá ser analisada a melhor maneira de impedir que estas situações compliquem a análise dos resultados para as próximas iterações. Como seria de esperar, a velocidade calculada com os dados actuais é de 7, dado os desvios observados.

A actual configuração de distribuição de esforço é a seguinte:

> COEI (9%);

> Desenho de Testes (5%);

> Desenvolvimento (30%);

> Testes (11%);

> Documentação (3%);

> *Scripts* (10%);

> Outro (31%).

Ao acrescentarmos uma nova caracterização para as actividades realizadas durante a *release*, agrupando todas as tarefas sem carácter de desenvolvimento, estas vieram absorver quase um terço da ocupação da equipa. Este é um dado preocupante e deve ser analisado se na verdade a maior parte do tempo é gasta em tarefas paralelas ao desenvolvimento (reuniões, esclarecimentos, correcção de defeitos, etc.) ou se há apenas uma tendência em utilizar a classificação de "outro" por dificuldade na classificação.

4.3.4. Alterações para a iteração III

À data da escrita deste relatório ainda não existem dados finais nem foi feita uma sessão de reflexão que permita ainda definir ajustes ao processo para iterações futuras.

5. Conclusão e trabalho futuro

Apesar de não termos ainda disponíveis dados que permitam aferir correctamente da evolução do processo implementado (são precisos pelo menos 3 pontos de dados para aplicar qualquer método estatístico) existem já alguns pontos positivos a salientar, subjectivos mas importantes.

Primeiro a disponibilidade e empenho da equipa de desenvolvimento na implementação desta experiência. Apesar de muito se dizer sobre a resistência dos programadores a metodologias estruturadas, o insucesso desta metodologia em nada terá a ver com a atitude da equipa.

Segundo, a criação de um ambiente de trabalho em que a importância da recolha de dados sobre a actividade desenvolvida é reconhecida. Independentemente das metodologias de desenvolvimento aplicadas, é necessário que a empresa e os seus colaboradores fomentem esta abordagem a todos os processos de melhoria. Nomeadamente o processo de reporte de horas tem sido muito mais pacífico do que algumas opiniões que vaticinam essa actividade como um empecilho à agilidade das equipas ou um elemento de gestão que "assusta" os colaboradores.

Finalmente, a participação activa das equipas de desenvolvimento no processo de tomada de decisão, nomeadamente o envolvimento nas fases de estimativas, permite não só estimativas melhores (quem faz o trabalho é o melhor avaliador do esforço necessário) mas também um maior compromisso dos colaboradores nos objectivos traçados, uma vez que se sentem identificados com os mesmos, tendo sido parte activa na sua definição.

Em termos de trabalho futuro, estão previstas as seguintes actividades:

> Finalização da segunda iteração;
  - Análise da evolução de resultados;
  - Identificação de melhorias;

> Realizar a terceira iteração;
  - Avaliar estatisticamente a evolução da equipa em termos de estimativas;

> Avaliar possibilidade de incrementar a frequência de pontos de estimativa de trimestral para mensal;

> Realizar um inquérito aos elementos da equipa de desenvolvimento sobre a sua opinião relativamente à metodologia de estimativas;

> Analisar a possibilidade de estender esta metodologia a outras equipas, bem como a forma de o fazer.

Referências

[1] Development Support Center. Function Points, Measures, and Software Metrics. Function Points.com. [Online] [Citação: 2 de 10 de 2009.] http://www.function-points.com/.

[2] O'Reilly Media, Inc. Wideband Delphi estimation process. Applied Software Project Management. [Online] [Citação: 1 de 10 de 2009.] http://www.stellman-greene.com/aspm/content/view/23/26/.

[3] Mountain Goat Software. Play. Estimate. Plan. Planning Poker. [Online] [Citação: 2 de 10 de 2009.] http://www.planningpoker.com/.

[4] Agile Alliance. Agile Alliance Home. Agile Alliance. [Online] [Citação: 2 de 10 de 2009.] http://www.agile-alliance.org/.

[5] Wells, Don. User Stories. Extreme Programming. [Online] [Citação: 2 de 10 de 2009.] http://www.extreme-programming.org/rules/userstories.html.

6. Wikipedia. Test-driven development. Wikipedia, the free encyclopedia. [Online] [Citação: 2 de 10 de 2009.] http://en.wikipedia.org/wiki/Test-driven_development.

Jacinto Daniel Marcelino Barbeira, mestre em Engenharia de *Software* pela Carnegie Mellon University e Universidade de Coimbra (2008). Licenciado em Engenharia Informática e Computação na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (2001). Esteve ligado entre 2001 e 2007 ao desenvolvimento do FORMARE, a plataforma de *e-learning* da PT Inovação, com relevo na Normalização da Criação e Gestão de Conteúdos. Desde o início de 2009 está ligado ao DPP, participando na análise e criação de arquitecturas de novos produtos e auxiliando as equipas de desenvolvimento na implementação de novas metodologias de desenvolvimento e gestão de projectos.

Ricardo Miguel Ribeiro Fernandes, licenciado em Matemática Aplicada e Computação na Universidade de Aveiro. Mestrado em Inteligência Artificial e Computação Sistemas de Informação e Internet, dissertação intitulada "Estudo sobre mudanças de conceito em árvores de decisão incrementais" nas Faculdades de Engenharia, Economia e Ciências da Universidade do Porto. Entre os anos de 2001 e 2005 participou no projecto PmatE (Departamento de Matemática da Universidade de Aveiro), como Assistente de Investigação na área dos sistemas de informação. Mais tarde em 2005 até 2007 ficou como responsável pelo sistema de informação, colaborando em vários projectos de cooperação portuguesa em Moçambique. Desde 2007 trabalha na PT Inovação no departamento DPP, enquanto colaborador da empresa Maisis, como analista de programação na equipa de desenvolvimento do produto NGIN.

13

Test Driven Development (TDD) aplicado no contexto da PT Inovação

palavras-chave:
Test Driven Development, Metodologias de Desenvolvimento, Testes, Métodos Ágeis

Luís Azevedo

Nuno Seixas

Rui Alberto

Test Driven Development (TDD) é uma técnica de desenvolvimento de *software* baseada na definição de testes de forma precoce.

O desenvolvimento passa inicialmente pela definição e codificação de testes unitários, que são executados mesmo antes da escrita do código do sistema.

Esta técnica tem sido usada há vários anos e em vários contextos, normalmente associada a metodologias ágeis de desenvolvimento de *software*. Uma vez que se reconhecem vantagens do uso desta técnica, como o aumento da confiança na qualidade do código e inclusive aumento da performance das equipas, foi decidido aplicar esta técnica num projecto na PT Inovação, para se permitir averiguar como esta técnica poderá ser usada no futuro na organização.

Assim, foi decidido aplicar a técnica no projecto *Configuration Manager,* durante 2 meses.

Como resultados, e comparando com os valores médios da indústria, o projecto gerou um número inferior de defeitos por milhar de linhas de código.

A percepção da equipa sobre esta experiência foi também recolhida, apontando para uma forma de trabalhar adequada ao tipo de desenvolvimento, aumentando a confiança nos testes realizados e mesmo na performance da própria equipa.

Para o futuro, pretende-se recolher mais dados que permitam uma melhor análise da real adequação desta técnica ao contexto da PT Inovação.

1. Introdução

Neste artigo apresenta-se uma técnica de desenvolvimento de *software*, conhecida como *Test Driven Development* (TDD), o que em português significa Desenvolvimento Guiado por Testes. Esta técnica altera de alguma forma a visão mais clássica do desenvolvimento de *software*, em que se especifica, depois se implementa e só no final se testa. Pelo contrário, através desta técnica, associada a metodologias de desenvolvimento ágeis, nomeadamente *Extremme Programming* (XP) (Beck K. , 2000), a equipa de desenvolvimento começa por definir testes unitários que permitam testar o comportamento do sistema, executando-os de seguida. Com este passo, garante-se que o teste está definido de forma a detectar um comportamento não desejado.

De seguida, a equipa implementa o código, executando *a posteriori*, novamente os testes. Este ciclo é executado até que todas as funcionalidades sejam implementadas, onde os respectivos testes sejam executados e o resultado seja o esperado.

Esta é uma prática usada há já vários anos, com uma das referências mais antiga do seu uso a ser a do *Project Mercury* da NASA (Larman & Basili, 2003), mas que recentemente ganhou visibilidade através da sua incorporação nos métodos ágeis, nomeadamente XP.

Apesar de esta técnica ter uma aceitação bastante generalizada, com alguns casos de estudo da indústria a apontarem para o seu sucesso (BHat & Nagappan, 2006), existe ainda alguma resistência ao seu uso, nomeadamente, com base nas desvantagens que se lhe apontam:

> Ineficiência no uso do esforço da equipa de desenvolvimento, devido ao esforço dispendido na codificação dos testes unitários;

> Maior importância dada aos testes unitários que o próprio código;

> Não estar directamente relacionada com aumento da qualidade das soluções;

> Incutir uma cultura de falta de rigor e disciplina.

Uma caracterização mais detalhada desta técnica, as vantagens e desvantagens normalmente enumeradas e os ambientes de utilização são apresentados no capítulo 2.

Apesar de existirem alguns estudos empíricos sobre a aplicação de TDD em diferentes ambientes, académicos e industriais, existiu a necessidade de se averiguar qual o real valor desta técnica no contexto da PT Inovação. Esta experiência foi iniciada numa equipa da Direcção de Desenvolvimento de Plataformas e Produtos (DPP), onde foi aplicada esta técnica no desenvolvimento de um dos módulos do projecto *Configuration Manager* (CM).

A caracterização deste projecto e da equipa que o desenvolveu será feita no capítulo 3.

Para se perceber da adequação dessa mesma técnica, fez-se uma análise de alguns parâmetros do projecto que ajudassem a caracterizar, quer o projecto, quer o ambiente onde ele foi desenvolvido, quer ainda a própria equipa. Os resultados obtidos para esta análise são apresentados no capítulo 4.

Finalmente, no capítulo 5, serão apresentadas as conclusões retiradas desta experiência, nomeadamente, quais as possíveis vantagens que a sua aplicação poderá ter para a PT Inovação, possíveis desvantagens e que tipo de trabalho futuro deverá ainda ser realizado.

2. *Test Driven Development*

Test Driven Development é uma técnica de desenvolvimento de *software* baseada na realização de testes unitários (Beck K. , 2002), mas em que os testes são definidos antes da codificação da funcionalidade desejada. O esquema geral de funcionamento desta técnica é mostrado na figura 1.

Tal como se pode ver na figura 1, o primeiro passo é o de definição e codificação do

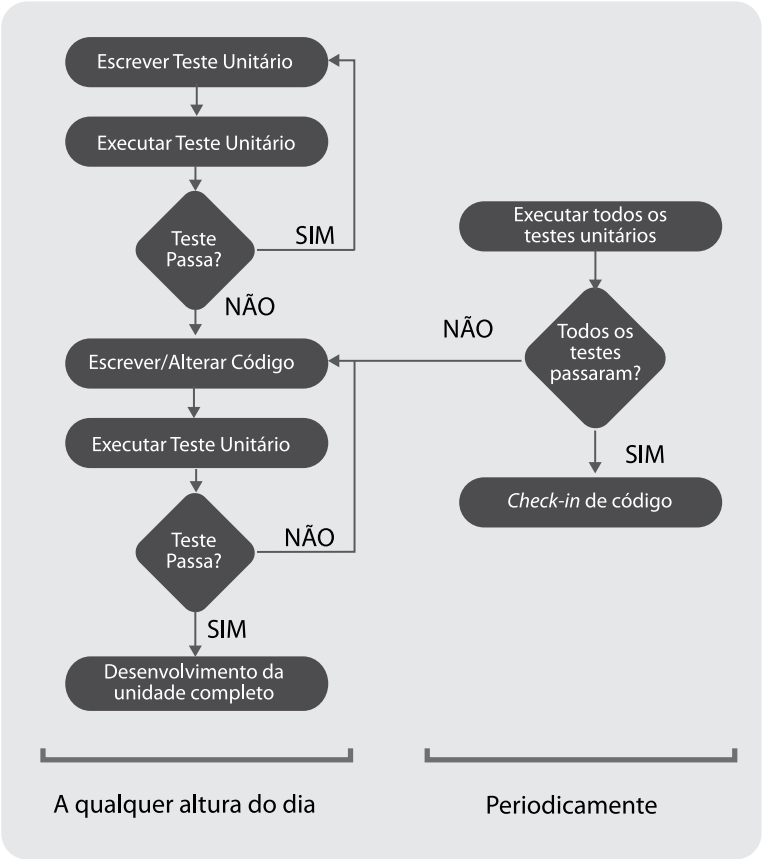

Figura 1 - Passos em TDD

próprio teste. De notar que esta técnica é baseada em testes unitários, e portanto, baseados em testes codificados, na maior parte das vezes, na mesma tecnologia do próprio sistema. Depois de codificados estes testes, deve-se realizar uma primeira execução do teste, garantindo assim que o teste está bem definido e implementado e que não está a dar um resultado falso positivo.

Outra vantagem desta execução precoce é a de evitar o adicionar de funcionalidades não necessárias e/ou não requeridas. Uma vez o teste executado e falhado, o código da funcionalidade desejada é implementado e posteriormente, é corrido novamente o teste. Uma vez que o teste seja executado com sucesso, a funcionalidade é considerada implementada e pode avançar-se para a próxima. De notar que pode ainda ser necessário executar vários ciclos de codificação – teste, quer para implementação da funcionalidade, quer para a melhoria do código (*refactoring*).

Uma vez que todos os testes são definidos antes da implementação do código e executados após a implementação, existe uma maior confiança na qualidade do código gerado. Para além disso, já que os testes são normalmente automatizados, existe também uma maior confiança em que o novo código não injectou erros no código já existente.

Associada com esta técnica de desenvolvimento têm sido anunciadas algumas vantagens, de onde se destacam as principais:

> Detecção precoce de erros: a equipa de desenvolvimento executa ciclos de desenvolvimento e testes muito curtos, onde se tem *feedback* muito mais rápido sobre o *software* que está a ser produzido;

> Aumento de confiança no *software* produzido: os testes unitários são quase sempre automatizados, de maneira a que qualquer pequena alteração leva à execução dos testes, detectando-se assim rapidamente alterações ao comportamento do sistema;

> Desenho da solução de baixo nível: a especificação dos testes unitários antes da implementação funciona como desenho e especificação, servindo de guia à implementação.

Associadas a estas vantagens, também são indicadas algumas desvantagens, entre as quais as mais referidas são:

> Ineficiência no uso do esforço da equipa de desenvolvimento, devido ao esforço dispendido na codificação dos testes unitários;

> Maior importância dada aos testes unitários que o próprio código;

> Não estar directamente relacionada com aumento da qualidade das soluções;

> Incutir uma cultura de falta de rigor e disciplina.

Olhando ainda para além das vantagens e desvantagens da técnica, a sua aplicação tem algumas dificuldades que se encontram na grande maioria das equipas que começam a equacionar o uso desta técnica.

Dessas dificuldades destacam-se as seguintes:

> Uma alta percentagem de cobertura e validação de testes unitários pode levar a uma falsa sensação de segurança, que pode levar ao desprezo de outras iniciativas de garantia da qualidade, como as revisões de código ou de outros artefactos;

> Sem que exista um apoio claro da gestão do projecto e da organização, a técnica pode ser entendida como desperdício de esforço na codificação de testes e não da própria funcionalidade;

> Os testes unitários codificados necessitam também de ser mantidos, podendo haver injecção de erros mesmo pelo caso de teste;

> A abrangência e cobertura dos testes são dependentes da própria equipa de desenvolvimento, daí resultando possíveis problemas não detectados, uma vez que o autor do código é o mesmo autor dos testes;

> Em sistemas que necessitem de testes funcionais extensivos e específicos, como por exemplo, a interfaces gráficas, esta técnica terá dificuldades de aplicação;

Apesar destas dificuldades, a técnica tem sido aplicada em ambientes muito diversos, com resultados que confirmam as vantagens teóricas.

3. O projecto *Configuration Manager*

O CM consiste numa ferramenta de gestão de configurações na vertente de ne-

gócio da plataforma NGIN, tendo como principais objectivos:

> Simplificar o processo de configuração, abstraindo sempre que possível detalhes técnicos e permitir que a configuração seja efectuada numa perspectiva de negócio;

> Minimizar a probabilidade de erros no processo de configuração, disponibilizando uma interface que conduz o utilizador no processo de configuração e mecanismos de validação da consistência da configuração;

> Agilizar o processo de configuração, disponibilizando mecanismos que evitem passos repetitivos e um acesso rápido e fácil a qualquer aspecto da configuração.

Para a contextualização da utilização da técnica aqui apresentada no contexto do CM, convém destacar dois módulos, a saber, o módulo de interface com o utilizador, e um segundo onde são expostos todos os serviços de configuração, que permitem efectuar a leitura e escrita de configuração através de *WebServices* (consultar figura 2).

No módulo de interface com o utilizador foi adoptado o padrão *Model-View-Controller*, em que toda a informação apresentada ao utilizador é suportada por um modelo. Por outro lado, as operações expostas pela camada de serviços de configuração estão orientadas à entidade de configuração (ex: ciclo de vida de um serviço, promoção, etc.). Esta separação confere aos modelos a flexibilidade necessária para que os modelos possam evoluir no sentido de melhor servirem o propósito para que foram criados. Por outro lado, a mesma implica a existência de um módulo que efectue o mapeamento da informação entre os modelos.

Neste contexto, foi adoptada a técnica TDD para o desenvolvimento do módulo de mapeamento dos modelos.

4. Resultados

O desenvolvimento aqui em análise decorreu durante um período de tempo de 6 meses, com um tempo útil para desenvolvimento do módulo de mapeamentos de 2 meses. Os dados recolhidos no final do desenvolvimento são apresentados na tabela 1.

Dada a índole unitária da técnica, em que o programador intercala momentos de definição de teste e momentos de implementação de forma frequente, a contabilização precisa do esforço associado à implementação e definição de testes de forma separada não é aplicável. Por essa razão as métricas relativas ao esforço apresentadas na Tabela 1 representam uma estimativa efectuada pela equipa.

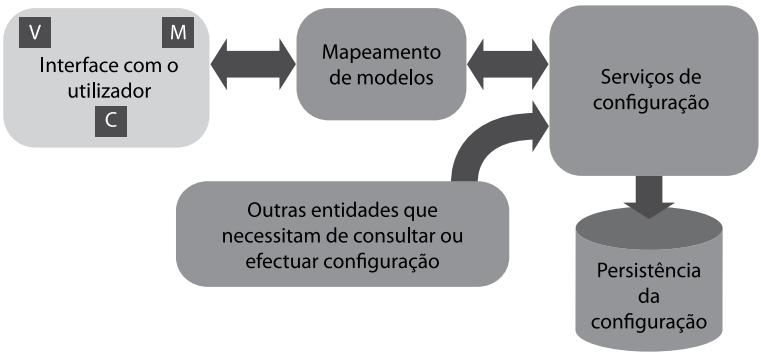

Figura 2 - Projecto *Configuration Manager*

5. Conclusões

Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que a aplicação desta técnica teve bons resultados. O número de defeitos por cada mil linhas de código (KLOC) atingiu o valor 2, o que pode ser considerado bastante positivo face aos números médios apresentados em projectos desta dimensão. Um projecto com uma dimensão entre 2 a 16 mil linhas de código apresenta tipicamente um KLOC entre 0 a 40 defeitos (McConnell, 2004).

Após a recolha destas métricas, foi feita uma reunião de análise dos resultados do projecto, em que os elementos da equipa manifestaram de forma generalizada que, apesar de existir um esforço considerável na codificação de testes, o projecto ocorreu de forma mais linear e fácil que outros do mesmo tipo.

É também opinião da equipa que o tempo total utilizado para o desenvolvimento do componente foi inferior face ao tempo que teria sido necessário sem a utilização desta técnica, visto que a aplicação da mesma permitiu uma aceleração significativa da implementação, fruto da conceptualização do problema numa fase anterior à implementação propriamente dita, bem como a agilização do processo de teste.

Esta entrevista veio confirmar as vantagens teóricas apontadas ao uso desta técnica, referenciadas no capítulo 2. Concretizando essas vantagens, a equipa confirmou que aumentou a sua confiança no processo de testes, aumentou a sua capacidade de analisar o problema de forma antecipada à implementação, através da definição dos testes e finalmente, conseguiu uma melhor performance genérica.

Tendo em conta os resultados positivos obtidos com esta iniciativa, seria importante explorar mais exaustivamente esta técnica aplicando-a em outros projectos no sentido de recolher uma amostra mais

Indicador	Unidade de Medida
Tamanho da equipa	2 pessoas
Caracterização da experiência da equipa	< 2 anos
Domínio da tecnologia	Médio
Domínio da área de negócio	Baixo
Número de defeitos por cada mil linhas de código (KLOC)	2
LOC (código fonte)	6800
LOC (Testes)	3500
Existe código *"legacy"*	Não
% Esforço em definição de testes	25% (estimado)
% Esforço em implementação	75% (estimado)

Tabela 1 - Métricas recolhidas para o projecto *Configuration Manager*

significativa e consequentemente deter uma base de comparação mais alargada, permitindo assim sistematizar as mais-valias que a técnica pode apresentar no contexto do nosso ambiente corporativo.

Referências

[1] Beck, K. (2000). Extreme Programming Explained, Embrace Change. Addison Wesley.

[2] Beck, K. (2002). Test Driven Development: By Example. Addison-Wesley Professional.

[3] BHat, T., & Nagappan, N. (2006). Evaluating the Efficacy of Test-Driven Development: Industrial Case Studies. ISESE'06. Rio de Janeiro: ACM.

[4] Larman, C., & Basili, V. (Junho de 2003). A History of Iterative and Incremental Development. IEEE Computer , 6, pp. 47-56.

[5] McConnell, S. (2004). Code Complete: A Practical Handbook of Software Construction. Microsoft Press.

Luis Azevedo obteve o Mestrado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro em 2001 e a Licenciatura em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho em 1995. Ingressou na Portugal Telecom em 1995 e, durante os ultimos anos, foi gestor de divisão na área de serviços NGIN para o cliente TMN (até 2008) e actualmente é gestor da divisão Serviços e Processos de Negócio cujo principal objectivo é a evolução e desenvolvimento, na óptica da produtização e normalização, do ecossistema NGIN na área das regras de negócio (NGIN SDP), do sistema de *charging* (NGIN OCS), do sistema de aprovisionamento (NGIN CARE) e do sistema de gestão de produtos (NGIN CM e NGIN APM).

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

Rui Alberto é licenciado em Engenharia de Sistemas e Informática pela Universidade do Minho. Iniciou a sua actividade profissional em 2001 na PT Inovação na área de desenvolvimento de sistemas de suporte ao negócio. Foi responsável técnico pelo desenvolvimento de componentes *middleware*, definição de arquitectura e implementação de aplicações WEB. Actualmente é responsável técnico pelo desenvolvimento da ferramenta de configuração da plataforma NGIN.

siglas & acrónimos

#

3G	Terceira geração
3GPP	*3rd Generation Partnership Project*

A

AAA	*Authenticathion, Authorization and Accounting*
AACv2	*Advanced Audio Coding* v2
ABC	*Always Best Connected*
ADM	*Add/Drop Multiplexers*
ADSL	*Asymmetric Digital Subscriber Line*
AIE	Arquivo de Interface Externa
AJAX	*Asynchronous Javascript and XML*
ALC	*Asynchronous Layered Coding*
ALI	Arquivo Lógico Interno
AmI	Ambientes Inteligentes
AMR-WB+	*Adaptive Multi Rate – WideBand plus*
AN	*Ambient Networks*
ANA	*Autonomic Network Architecture*
APF	Análise de Pontos de Função
API	*Application Programming Interface*
APN	*Access Point Name*
AR	Arquivo Referenciado
ARPANET	*Advanced Research Projects Agency Network*
ARPU	*Average Revenue Per User*
ARQ	*Automatic Repeat Request*
AS	*Application Server*
ASA	*Autonomic Service Architecture*
ASN-GW	*Access Service Network Gateway*
ATM	*Asynchronous Transfer Mode*
AVC	*Advanced Video Coding*

B

B2BUA	*Back-to-Back User Agent*
BGCF	*Breakout Gateway Control Function*
BGP	*Border Gateway Protocol*
BiM	*Binary Mode*
BM-SC	*Broadcast Multicast - Service Center*
BNG	*Broadband Network Gateway*
BPEL	*Business Process Execution Language*
BPMS	*Business Process Management Systems*
BPR	*Business Process Reengineering*
BS	*Base Station*
BSS	*Business Support Systems*

C

CA	Conselho de Administração
CAP	*CAMEL Application Part*
CAPEX	*Capital Expenditure*
CCA	*Command Core Architecture*
CDC	*Connected Device Configuration*
CDMA	*Code Division Multiple Access*
CDR	*Call Detail Records*
CE	Consulta Externa
CET	*Carrier Ethernet Transport*
CID	*Connection Identifier*
CIDR	*Classless Inter-Domain Routing*
CIF	*Common Intermediate Format*
CLDC	*Connected Limited Device Configuration*
CO	*Connection-Oriented*
COFDM	*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*
CoS	*Class of Service*
CoT	*Circle of Trust*
CPE	*Customer Premises Equipment*
CPU	*Central Processing Unit*
CRBT	*Coloured Ring Back Tone*
CS	*Circuit Switched*
CSCF	*Call Session Control Function*
CSE	*Camel Service Enviornement*
CTF	*Control Transport Framework*

D

DEI	Departamento de Engenharia Informática
DiNO	*Download Innovation*
DLC	*Dynamic Layer Container*
DL-SCH	*Downlink Shared Channel*
DNS	*Domain Name System*
DNSBL	*DNS-based Blacklists*
DOM	*Document Object Model*
DON-A	Direcção Operacional de Negócios - Açores
DON-M	Direcção Operacional de Negócios - Madeira
DSLAM	*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*
DVB	*Digital Video Broadcasting*
DVB-H	*Digital Video Broadcast – Handheld*
DVB-IPDC	*Digital Video Broadcasting - Internet Protocol Datacasting*
DVB-SH	*Digital Video Broadcasting - Satellite to Handheld*
DVB-T	*Digital Video Broadcasting – Terrestrial*
DVD	*Digital Versatile Disc*
DWDM	*Dense Wavelength Division Multiplexing*

E

ECG	ElectroCardiograma
ECMP	*Equal-Cost Multipath*
EE	Entrada Externa
EMG	ElectroMiograma
eNB	*evolved Node B*
EPC	*Evolved Packet Core*
EPG	*Electronic Program Guide*
ESB	*Enterprise Service Bus*
ESG	*Electronic Service Guide*

eTOM	*enhanced Telecom Operations Map*
ETSI	*European Telecommunications Standard Institute*
E-UTRAN	*Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network*

F

FCAPS	*Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security*
FDMA	*Frequency Division Multiple Access*
FEC	*Forward Equivalence Classes*
FEC	*Forward Error Correction*
FFT	*Fast Fourier Transform*
FLUTE	*File Delivery over Unidirectional Transport*
FLV	*Flash Video*
FMIP	*Fast Mobile IP*
FQDN	*Fully Qualified Domain Name*
FTP	*File Transfer Protocol*

G

GDA	*Group Destination Address*
GEMF	Grupo de Estudos Monetários e Financeiros
GGSN	*Gateway GPRS Support Node*
GMPLS	*Generalized MPLS*
GPS	*Global Positioning System*
GSA	*Group Source Address*
GSM	*Global System for Mobile Communication*
GZIP	*GNU Zip*

H

HARQ	*Hybrid Automatic Repeat Request*
HO	*Handover*
HSDPA	*High-Speed Downlink Packet Access*
HSPA	*High Speed Packet Access*
HSS	*Home Subscriber Server*
HTML	*HyperText Markup Language*
HTTP	*Hyper Text Transfer Protocol*
HTTPS	*Hyper Text Transfer Protocol Secure Sockets*
H-VPLS	*Hierarchial VPLS*

I

I-CSCF	*Interrogating CSCF*
IDE	*Integrated Development Environment*
IdP	*Identity Provider*
IEEE	*Institute of Electrical and Electronic Engineers*
IETF	*Internet Engineering Task Force*
IGMP	*Internet Group Management Protocol*
IMAP4	*Internet Message Access Protocol*
IM-SSF	*IP Multimedia - Service Switching Function*
IMS	*IP Multimedia Subsystem*
INESC	INstituto de Engenharia de Sistema e Computadores
INM	*In-Network Management*
IP	*Internet Protocol*
IPDC	*IP Datacast (over DVB-H)*
IPoE	*Internet Protocol over Ethernet*
IPTV	*Internet Protocol Television* - Televisão Digital sobre protocolo IP
ISC	*IMS Session Control*
ISDB-T	*Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial (Japan)*
ISDN	*Integrated Services Digital Network*
ISIS	*Intermediate System to Intermediate System*
IS-IS	*Intermediate System to Intermediate System*
ISP	*Internet Service Provider*
IT	*Information Technology*
ITU-T	*International Telecommunications Union - Telecommunication Standardization Sector*

J

J2EE	*Java 2 Enterprise Edition*
J2ME	*Java 2 Micro Edition (Sun)*
JAIN	*Java APIs for Integrated Networks*
jBPM	*Java Business Process Management*
JCP	*Java Community Process*
JDBC	*Java Database Connectivity*
JEE	*Java Enterprise Edition*
JMX	*Java Management eXtensions*
JSD	*JavaServer Pages*
JSR	*Java Specification Request*
JTWI	*Java Technology for the Wireless Industry*
JUSSA	*Joining Useful Systems in Sustainable Architecture*

L

L2VPN	*Layer 2 Virtual Private Network*
LA	*Liberty Alliance*
LDAP	*Lightweight Directory Access Protocol*
LDP	*Label Distribution Protocol*
LIF	*Location Interoperability Forum*
LSP	*Label Switched Path*
LTE	*Long Term Evolution*

M

MAC	*Medium Access Control*
MAS	*Mobile Service Architecture*
MBMS	*Multimedia Broadcast/Multicast Service*
mCID	*multicast CID*
MDF	*Media Delivery Function*
MDFC	*Media Delivery Function Controller*
MDFP	*Media Delivery Function Processor*
MediaFLO	*Media Forward Link Only*
MEF	*Metro Ethernet Forum*
MExE	*Mobile EXecution Environment*
MGCF	*Media Gateway Control Function*
MGW	*Media Gateway*
MICS	*Media Independent Command Service*
MIES	*Media Independent Event Service*
MIH	*Media Independent Handover*
MIHF	*Media Independent Handover Function*
MIHO	*Mobile Initiated Handover*
MIHU	*Media Independent Handover Function Users*

MIIS	*Media Independent Information Service*
MIMO	*Multiple Input, Multiple Output*
MME	*Mobility Management Entity*
MMS	*Multimedia Messaging Service*
MPE	*Multi Protocol Encapsulation*
MPEG -2	*Motion Picture Experts Group 2 (Standard - Compressed Video at 4-9 Mbps)*
MPLS	*Multi Protocol Label Switching*
MRF MRFC	*Multimedia Resource Function* *Multimedia Resource Function Controller*
MRFP	*Multimedia Resource Function Processor*
MSC	*Multimedia Session Continuity*
MTA	*Mail Transport Agent*

N

NA	*Network Activator*
NAS	*Non-Access Stratum*
NAT	*Network Address Translation*
NE	*Network Equipment*
NGIN	*Next Generation Intelligent Networks*
NG-PDH	*New Geneation –Hierarhy Plesiochronous Digital Hierarchy*
NIHO	*Network Initiated Handover*
NMS	*Network Management Systems*
Non-PoS	*Non-Point of Service*

O

O^2CS	*Online/Offline Charging System*
OAM	*Operation And Management*
OCS	*Online Charging System*
OFDM	*Orthogonal Frequency Divison Multipexing*
OFDMA	*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*
OM	*Order Manager*
OMA	*Open Mobile Alliance*
OMA OSE	*Open Mobile Alliance – Open Services Environment*
OPEX	*Operational Expenditure*
OSA-SCS	*Open Service Access - Service Capability Server*
OSE	*OMA Service Environment*
OSE	*Open Source Engine*
OSI	*Open Systems Interconnection*
OSPF	*Open Shortest Path First*
OSS	*Operations Support Systems*
OTN	*Optical Transport Network*
OTT	*Over The Top*

P

PAPR	*Peak-to-Average Power Ratio*
PASI	Plano de Acção para a Sociedade da Informação
PB	*Provider Bridge*
PBB	*Provider Backbone Bridge*
PBB-TE	*Provider Backbone Bridge- Traffic Engineering*
PBT	*Provider Backbone Transport*
PC	*Personal Computer*
PCEP	*Policy and Charging Enforcement Point*
PCRF	*Policy Control and Charging Function*
P-CSCF	*Proxy CSCF*
PDA	*Personal Digital Assistant*
PDCP	*Packet Data Convergence Protocol*
PDF	*Policy Decision Function*
PDH	*Plesiochronous Digital Hierarchy*
PF	Ponto de Função
P-GW	*Packet Gateway*
PHP	*Penultimate Hop Pop*
PHY	*Physical Layer Device*
PIM	*Personal Information Manager*
PIM-SM	*Protocol Independent Multicast – Sparse Mode*
PMIP	*Proxy Mobile IP*
PoA	*Point of Attachment*
PON	*Passive Optical Network*
POP3	*Post Office Protocol 3*
PoS	*Point of Service*
PPPoE	*Point-to-Point Protocol over Ethernet*
PRADO	*PRocess Analysis and activities DefinitiOn*
PRB	*Physical Resource Blocks*
PS	*Packet Switched*
PSI	*Program Specific Information*
PTC	PT Comunicações
PTR Record	*Pointer record, a type of DNS record*
PTZ	*pan-tilt-zoom*
PWE	*Pseudo-Wire Emulation*
PWE3	*Pseudo-Wire Emulation Edge to Edge*

Q

QAM	*Quadrature Amplitude Modulation*
QoS	*Quality of Service*
QPSK	*Quadrature Phase Shift Keying*

R

RA	*Resource Adapters*
RAC	*Radio Admission Control*
RAM	*Random-Access Memory*
RAN	*Radio Access Network*
RBL	*Real-time Blackhole List*
RFID	*Radio Frequency Identification Device*
RFS	*Resource Facing Services*
RLC	*Radio Link Control*
RMON	*Remote Network MONitoring*
RNC	*Radio Network Controller*
RPG	Redes de Próxima Geração
RRC	*Radio Resource Control*
RSS	*Really Simple Syndication*
RSTP/MSTP	*Rapid / Multiple Spanning Tree Protocol*
RSVP	*Resource ReSerVation Protocol*
RTCP	*Real time Control Protocol*
RTDAP	*Real Time Data Application Protocol*
RTP	*Real-time Transfer Protocol*

S

SA	*Source Address*
SAE	*System Architecture Evolution*
SBTVD	Sistema Brasileiro de Televisão Digital
SCE	*Service Creation Environment*

SC-FDMA	*Single Carrier – Frequency Division Multiple Access*
SCIM	*Service Capability Interaction Manager*
S-CSCF	*Serving CSCF*
SDAC	*Southern African Development Community*
SDF	*Service Delivery Framework*
SDH	*Synchronous Digital Hierarchy*
SDK	*Software Development Kit*
SDP	*Service Delivery Platforms*
SE	Saída Externa
SFN	*Single Frequency Network*
SGSN	*Serving GPRS Support Node*
S-GW	*Serving Gateway*
Shipnet®	*Service Handling on IP Networks*
SI	*Sistemas de Informação*
SID	*Shared Information and Data Model*
SIP	*Session Initiation Protocol*
SIP-AS	*Session Initiation Protocol - Application Server*
SLA	*Service Level Agreement*
SLEE	*Service Logic Execution Environment*
SMPP	*Short Message Peer-to- Peer (protocol)*
SMS	*Short Message Service*
SMTP	*Simple Mail Transfer Protocol*
SMTP	*Simple Message Transfer Protocol*
SNMP	*Simple Network Management Protocol*
SO	Sistema Operativo
SOA	*Service Oriented Architecture*
SONET	*Synchronous Optical Network*
SP	*Service Providers*
SS	*Subscriber Station*
SS#7	*Signaling System7/Sistema de* Sinalização nº7
SVG	*Scalable Vector Graphics*
SWIFT	*Secure Widespread Identities for Federated Telecommunications*

T

TCAP	*Transaction Capabilities Application Part*
TCO	*Total Cost of Operation*
TCP	*Transmission Control Protocol*
CP/IP	*Transmission Control Protocol/ Internet Protocol*
TD	Tipo de Dado
TDAB	*Terrestrial Digital Audio Broadcasting*
TDI	*Total Degree of Influence (Nível Total de Influência)*
TDM	*Time Division Multiplexing*
T-DMB	*Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting*
TDT	Televisão Digital Terrestre
TISPAN	*TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization over Networks) and SPAN (Services and Protocols for Advanced) Networks*
T-MPLS	*Transport-MPLS*
TR	Tipo de Registro
TS	*Transport Stream*
TTI	*Transmission Time Interval*

U

UBE	*Unsolicited Bulk Email*
UC	Universidade de Coimbra
UCE	*Unsolicited Commercial Email*
UDP	*User Datagram Protocol*
UE	*User Equipment*
UHF	*Ultra High Frequency (300-3000 MHz; 1m-10cm)*
UL-SCH	*Uplink Shared Channel*
UMTS	*Universal Mobile Telecommunication System*
UPCASE	*User Programmable* Context-Aware *Services*
URL	*User Datagram Protocol*

V

VAF	Valor do Fator de Ajuste
VAFA	Valor do fator de ajuste da aplicação depois do projeto de melhoria *(After)*
VAFB	Valor do fator de ajuste da aplicação antes do projeto de melhoria *(Before)*
VC1	*SMPTE 421M Video Codec*
VCC	*Voice Call Continuity*
VHF	*Very High Frequency (30-300 MHz; 10-1m)*
VLAN	*Virtual Local Area Network*
VM	*Virtual Machine*
VoIP	*Voice over Internet Protocol*
VPLS	*Virtual Private LAN Service*
VPN	*Virtual Private Network*

W

WCDMA	*Wideband Code Division Multiple Access*
WDM	*Wavelength Division Multiplexing*
Wi-Fi	*Wireless Fidelity (IEEE 802.11b wireless networking)*
WiMAX	*Worldwide Interoperability for Microwave Access*
WSDL	*Web Services Definition Language*

X

XAF	*eXtensible Application Framework*
XCAP	*XML Configuration Access Protocol*
XDM	*XML Document Management*
XDMC	*XML Document Management Client*
XDMS	*eXtensible Document Management Server*
xDSL	*x Digital Subscriber Line*
XML	*eXtensible Markup Language*
XMPP	*eXtensible Message and Presence Protocol*
XSD	*XML Schema Definition*
XSLT	*eXtensible Stylesheet Language Transformations*