

IPTV

Nuno Santos, n° 57927

Nuno Neves, n° 57949

Instituto Superior Técnico
Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal
E-mail: {nuno.santos, nuno.neves}@ist.utl.pt

RESUMO

Neste artigo descreve-se a tecnologia de transmissão de IPTV. Introduce-se brevemente os eventos tecnológicos que tornaram possível a sua implementação. Descreve-se a sua arquitectura, os protocolos e os codecs necessários para o seu funcionamento, bem como os serviços disponibilizados. É ainda feita uma exposição sobre a sua introdução em Portugal assim como uma comparação entre os fornecedores desta tecnologia.

Palavras Chave — IPTV, IP, Televisão, *Set-Top-Box*, Qualidade, *triple play*.

1. INTRODUÇÃO

A cada vez maior utilização da internet aliada à crescente evolução das tecnologias de distribuição de banda larga bem como a maior exigência do consumidor, levou ao aparecimento de um novo serviço designado por IPTV, *Internet Protocol Television*, baseada num novo conceito de televisão, no qual, a interactividade do sistema com o cliente é fulcral. A IPTV oferece serviços de voz, vídeo e *data* através de uma única conexão.

As primeiras experiências de transmissão por IPTV datam do início dos anos 90, no entanto as limitações na banda de transmissão limitavam a qualidade de imagem e som, o aparecimento de novas técnicas de compressão de imagem tornou a sua transmissão possível.

Tal como o nome indica, a transmissão é feita via internet, através de ligações de banda larga em redes privadas, sendo o sinal recebido e decodificado por uma *Set-Top-Box* e finalmente reproduzido no televisor. Alguns dos factores mais importantes para o desenvolvimento da IPTV, foram as evoluções na compressão de vídeo, tecnologias de gestão dos *Digital Media Rights*, *IP Multicast*.

O facto de a distribuição ser feita através de redes privadas e não públicas permite que a Qualidade de Serviços (QoS) e a Qualidade de Experiência (QoE) se mantenham bastante aceitáveis.

O serviço de IPTV distingue-se por ter as seguintes características: suporte por TV interactiva (HDTV, VOD), controlo temporal (gravador digital), baixa largura de banda

(optimização dos recursos disponíveis enviando apenas o canal em utilização), acessibilidade (o conteúdo distribuído não está limitado às televisões podendo ser acedido através de PC's ou outros dispositivos móveis), personalização (a bidireccionalidade do sistema permite que o utilizador adapte o mesmo ao seu modo de utilização).

A adaptabilidade do sistema às necessidades do utilizador permite aos fornecedores de serviço a criação de novos tarifários economicamente favoráveis a ambas as partes.

2. HISTÓRIA

O primeiro programa televisivo a ser transmitido pela internet foi o *World News Now* da ABC em 1994, com recurso a um software de videoconferência, o *CU-SeeMe*. Quatro anos mais tarde, a *AudioNet* inicia as primeiras emissões contínuas de áudio e vídeo. Também em 1998 surgiu a norma MPEG-4 para a compressão de áudio e vídeo. Dois anos mais tarde surge uma nova tecnologia designada por ADSL2+. Estes dois eventos responsáveis pela redução do tamanho dos conteúdos, pelo aumento da velocidade de acesso e pelo aumento da largura de banda tornaram possível a implementação da IPTV no mercado das telecomunicações [1].

Nos anos seguintes foram lançados, um pouco por todo o mundo serviços de IPTV. De assinalar que, em Portugal, o primeiro serviço de IPTV surgiu em 2006 com o serviço Smart TV da Optimus Clix [2].

Em 2007 foi criado o fórum *Open IPTV Forum* com o objectivo de definir especificações e normas para a IPTV [1].

3. ARQUITECTURA E TECNOLOGIAS DE SUPORTE

Para se compreender melhor o modo de funcionamento da IPTV, será apresentada nesta secção a sua arquitectura e as tecnologias de suporte.

Os principais componentes da IPTV são [3]:

- o *Head-End*, onde é feita a aquisição dos conteúdos através de satélite, câmaras digitais ou servidor e a sua codificação e empacotamento;

- o *Middleware* é responsável pela gestão, consumos e entrega dos conteúdos;
- Protecção de conteúdo, encriptação e gestão dos *Digital Media Rights*;
- rede de transporte e acesso;
- *Costumer premise*.

Na figura 1 pode observar-se a disposição dos elementos fundamentais de uma rede de IPTV que serão descritos de seguida.

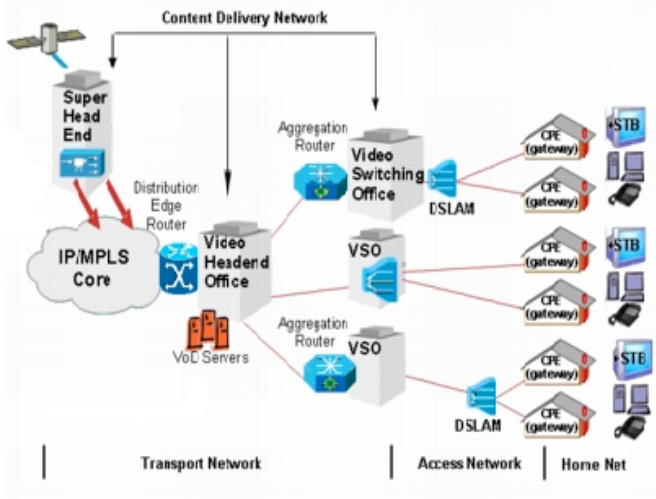


Figura 1 – Arquitectura de uma rede IPTV [16]

3.1. Head-End

O *Head-End* é o ponto de entrada da informação numa rede de IPTV. É neste ponto que a *Broadcast TV* e o conteúdo *on-demand* é recebido e formatado para ser distribuído na rede IP [3].

Podem ser identificados dois tipos: *Broadcast TV Head-End* e *Video On Demand (VOD) Head-End*.

O *Broadcast TV Head-End* recebe *stream* de vídeo em vários formatos que reformata e encapsula enviando o sinal de vídeo sobre o núcleo da rede até à rede de acesso.

Podem ainda existir *Head-End* locais com a função de capturar sinais de rádio e/ou TV local.

Os sinais de satélite são descodificados e o seu conteúdo é enviado para um codificador que codifica e multiplexa sinais de áudio e vídeo e envia-os por *stream* em tempo real através de um protocolo de *multicast*. O conteúdo também pode ser armazenado em servidores *on-demand*.

3.2. Middleware

O *Middleware* é o software responsável pela aplicação de funções de autenticação do utilizador, facturação, gestão de servidor de vídeo e protecção de conteúdos, incluindo servidores de *Web* e aplicações de gestão de sistemas.

O *Middleware* gere os componentes chave da IPTV fornecendo as interfaces necessárias para a sua integração com outros componentes. Além destes, também integra os serviços de *Video On Demand (VOD)*, *Digital Media Rights*, *Set-Top-Box (STB)* com a restante rede [3].

O *Middleware* é, fundamentalmente, uma arquitectura cliente servidor, sendo a STB o cliente e o *Head-End* o servidor. É o *Middleware* que define a forma como o utilizador interage com o serviço, por exemplo, os serviços de guia de programação, VOD e de *pay-per-view* sendo estes controlados pelo *Middleware*. Esta característica permite que os fornecedores do serviço de IPTV controlem a sua performance e subscrições (por exemplo, quais os filmes mais/menos requisitados). Outra funcionalidade é o *Audience Meter*, que controla o uso de cada canal televisivo. Assim, é possível às empresas que fornecem o serviço de IPTV, obter informações sobre as preferências de cada utilizador. Cada vez que um utilizador muda de canal é enviado um comando IGMP (*Internet Group Management Protocol*) de saída para a DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*) seguido de um comando IGMP de entrada. A DSLAM recolhe todas as mudanças de canal feitas pelos utilizadores podendo estes dados ser posteriormente utilizados para fins estatísticos. Na figura 2 apresenta-se um esquema onde pode ser visto o posicionamento da DSLAM na rede IP.

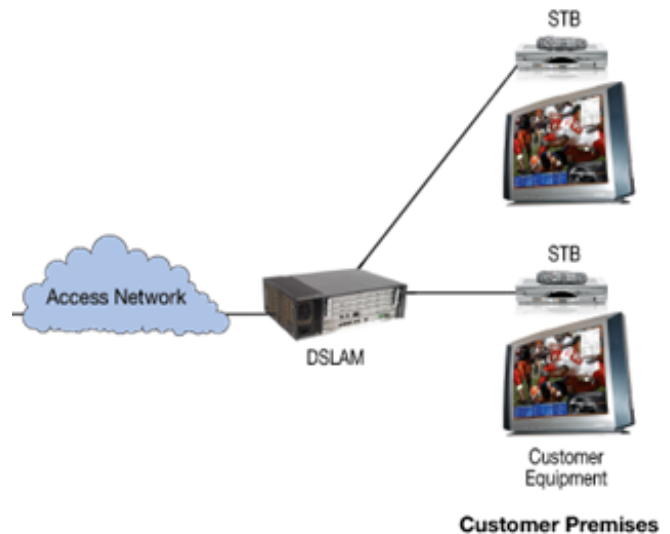


Figura 2 – Posicionamento da DSLAM na rede IP [17]

A facilidade de gestão de múltiplos serviços deve-se ao “duplo sentido” da rede IP. Esta arquitectura IP cria normas para as aplicações e serviços que lhe são integrados e a IPTV torna-se mais uma destas aplicações. Devido à convergência, a gestão de todos os serviços torna-se numa questão de distribuição dos mesmos a múltiplos utilizadores da mesma rede.

3.3. Protecção de conteúdos

Este é um assunto de elevada importância quando se fala de IPTV. Trata-se da capacidade de evitar violações dos *Digital Media Rights* e garantir pagamento pelo seu uso, *Conditional Access System*. Cada fornecedor tem a sua própria abordagem relativamente ao problema de protecção de conteúdos, mas consiste geralmente em cifrar o conteúdo de modo a que apenas o utilizador com permissões lhe possa aceder [3]. Este tipo de controlo é aplicado tanto à difusão da televisão como aos serviços de VOD.

3.4. Rede de transporte e acesso

A rede de transporte divide-se em três partes: núcleo, *edge* e acesso.

Os *streams* de vídeo codificados são enviados pelo núcleo que pode ser constituído por redes IP já existentes ou por redes IP desenhadas especificamente para transporte de vídeo. A rede de acesso estabelece a ligação entre a rede de transporte e a *customer premise* e utiliza ADSL 2+ ou VDSL para fornecer a banda necessária para um serviço de IPTV. Pode também usar PON e FTTH, no caso de usar fibra óptica e, no caso de ligação *wireless*, WiMAX (ver figura 3) [4].

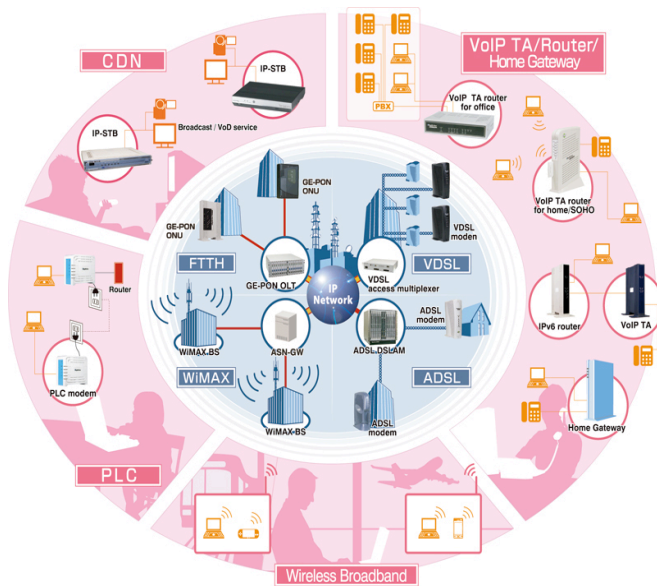


Figura 3 – Redes de Transporte IP [18]

3.5. Customer Premise

A *Customer Premise* é a localização onde se realizam as funções terminais da rede de banda larga através do *modem* DSL [5].

Nesta fase o elemento mais importante é o receptor de IPTV, a *Set-Top-Box* (figura 4), que efectua a interface entre o cliente e o servidor [6].



Figura 4 – Set-Top-Box da MEO PT [19]

A STB utiliza protocolos RTSP e IGMP podendo aceder aos serviços recorrendo a estes. É a STB que permite ao cliente seleccionar e receber conteúdos, sendo responsável pelo desempacotamento de *stream* e por descodificação de conteúdos.

4. NORMAS

4.1. Protocolos

Os protocolos associados à entrega de IPTV variam com o serviço a que estão associados.

O serviço de distribuição de televisão utiliza o protocolo IGMP *version 2* ou IGMP *version 3*, para *streams multicast* e para mudanças entre *streams multicast* (mudar de canal). Os serviços de VOD e NPVR (*Network-based Personal Video Recorder*) utilizam o protocolo RTSP (*Real Time Stream Protocol*) [1].

A transmissão tanto pode ser feita por UDP (*User Datagram Protocol*) como por RTP (*Real Time Protocol*), sendo que o segundo se apresenta como a opção mais fiável [1].

Os serviços de IPTV utilizam diversos tipos de *stream*, cada um deles utilizando diferentes normas:

- *data stream*, PSI (*Program Specific Information*);
- *video stream*, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4/H.264 ou VC-1;
- *audio stream*, MPEG Layer II, AC-3 ou *Dolby*;
- *stream* de legendas, *DVB Bitmap*.

Um descodificador de um sinal para IPTV deve ser capaz de diferenciar o *stream* de transporte e organizar os *streams* de data, áudio e vídeo de acordo com o serviço em questão[1][8].

A diferenciação dos *streams* é feita pelo PSI que também verifica os direitos de acesso.

4.2. IP Multicast

Quando é feita a difusão da informação, é enviada uma única cópia da informação para todos os clientes da rede. Se este envio é feito por *unicast* são enviadas várias cópias da mesma informação desperdiçando-se largura de banda. Por sua vez, o envio por *broadcast* desperdiça largura de banda pois envia a informação a todos os utilizadores, independentemente de a terem requisitado ou não, e também

provoca o uso desnecessário do processador pois toda a informação tem de ser processada. O *multicast* utiliza ambos os métodos aproveitando as suas vantagens e evitando os seus pontos fracos, ou seja, apenas envia uma única cópia da informação aos clientes que a pediram permitindo uma redução muito significativa do uso da largura de banda por parte das aplicações (figura 5) [7].

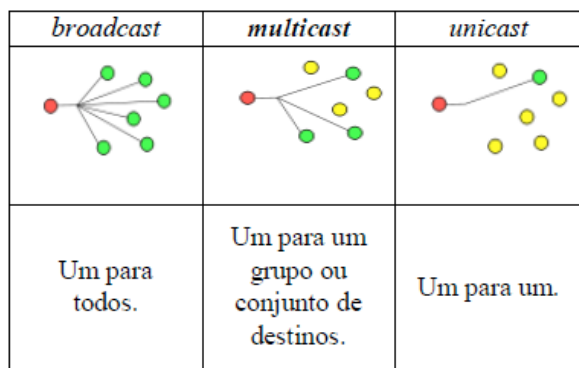


Figura 5 – Comparação *broadcast*, *multicast* e *unicast* [8]

O *Internet Group Multicast Protocol* (IGMP) é o protocolo de sistema IPv4 utilizado para a gestão do IP *Multicast*.

Em IPTV o *stream* de transporte de MPEG é encapsulado por *multicast* na *Ethernet*. O baixo custo e a facilidade de operar comparativamente com outras tecnologias de rede tornam a *Ethernet* um investimento mais atractivo para as empresas.

O IP *Multicast*, no entanto, não suporta os modos *pause*, *fast-rewind* e *fast-forward* necessários aos serviços de *Video On Demand* (VOD) e *Music On Demand* (MOD), pelo que estes serviços são fornecidos através de *unicast*.

O IP *Multicast* é muito eficiente na transmissão de conteúdos multimédia para um determinado conjunto de receptores, sendo ideal para transmissões de IPTV que são constituídas por um *stream* de vídeo, um ou mais *streams* de áudio, mais informação adicional.

4.3. Codec's

Sendo que a distribuição de vídeo é um dos principais objectivos da IPTV, um dos elementos que assume maior importância são os codificadores, que têm um papel fulcral na largura de banda que o *stream* de vídeo ocupa na rede.

Para a compressão do vídeo são utilizadas as normas MPEG-2 e, mais recentemente, MPEG-4/H.264 [1]. A norma MPEG-4/H.264 permite melhorias significativas na qualidade dos codecs de sinais de vídeo para taxas de transmissão iguais, relativamente ao MPEG-2.

O VC-1 é uma tecnologia de compressão e verificação de direitos de acesso desenvolvida pela *Microsoft* para concorrer com o MPEG-4/H.264 [1].

Na tabela 1 podemos observar uma comparação entre as taxas de compressão de cada uma destas normas [8].

Tabela 1 – Taxa Compressão de vídeo

	SDTV	HDTV
MPEG-2	2 - 4 Mbps	16 - 19 Mbps
H.264	1.5 - 2 Mbps	6 - 8 Mbps
WM9 (VC-1)	1.5 - 2 Mbps	6 - 8 Mbps

De assinalar que as reduções nas taxas de transmissão por um factor de 2 e o facto de ser uma norma baseada nas novas tecnologias de codificação levam a que haja um crescente interesse no apoio à norma MPEG-4/H.264.

5. QUALIDADE DE SERVIÇOS (QoS) E QUALIDADE DE EXPERIÊNCIA (QoE)

O aparecimento da IPTV tornou necessário garantir maior robustez na transmissão quer das redes locais, quer das redes domésticas. O objectivo de minimizar retransmissões levou a uma melhoria ao nível do controlo de erros e mecanismos de recuperação dos mesmos.

A qualidade de serviços (QoS – *Quality of Services*) implica ter em conta a disponibilidade, a prioridade e o atraso. Os *streams* de voz, vídeo e informação requerem diferentes tratamentos por parte da QoS e têm de ser diferenciados de acordo com a sua prioridade [8].

O atraso é um dos factores que mais influencia a QoS. Por exemplo, o atraso de pacotes IP de um *stream* de vídeo afecta a qualidade visual dos conteúdos multimédia. Por outro lado, o atraso também se torna útil quando se efectuam pedidos de mudança de canal e é necessário entregar o pedido ao *Service Node* em tempo útil.

No entanto, e apesar dos progressos feitos a nível da QoS, existe sempre a possibilidade do *stream* apresentar erros. No caso do *unicast* não é tão preocupante pois a STB pode pedir o reenvio dos pacotes. No caso do *multicast* isto já não é possível, pois o *stream* só é enviado uma vez, não havendo retransmissões. Para resolver esta situação utiliza-se o mecanismo de *Forward Error Correction* (FEC) que consiste no envio de pacotes redundantes juntamente com o *stream*. Estes pacotes redundantes são projectados de modo a detectarem os erros e a corrigirem-nos [9][10]. A utilização deste tipo de mecanismo aumenta o *overhead* da rede.

Inerente à QoS está um dos principais objectivos da IPTV, permitir ao utilizador a melhor qualidade de experiência (QoE – *Quality of Experience*) possível. A QoE, no entanto, avalia a satisfação do utilizador relativamente ao serviço de IPTV, tornando-se um conceito mais abstracto do que a QoS.

É importante referir que a QoE não se limita à qualidade da imagem mas também aos seguintes aspectos: fidelidade da informação, qualidade visual e auditiva; usabilidade: interface intuitiva para o utilizador; receptividade, tempos de resposta rápidos a pedidos do utilizador; segurança, autenticação do utilizador e protecção dos conteúdos de vídeo; e disponibilidade/fiabilidade, serviços sempre acessíveis ao utilizador [8].

A figura 6 mostra as áreas avaliadas pela QoS e pela QoE.

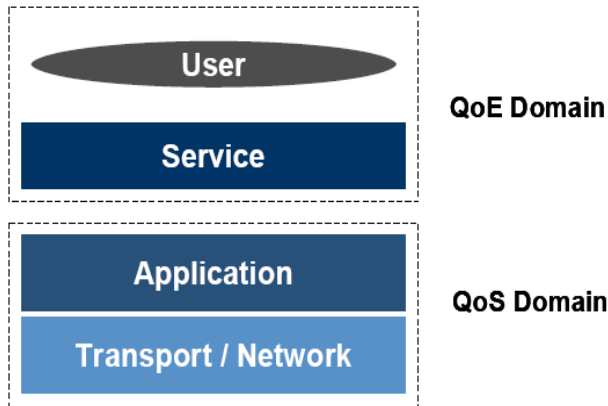


Figura 6 – Camadas de avaliação da QoS/QoE [8]

6. VANTAGENS E DESVANTAGENS

Como tudo na vida, o serviço de IPTV tem vantagens e desvantagens.

Sendo um serviço fornecido por cabo, uma das suas principais vantagens é não necessitar de espectro radiofónico podendo utilizar todas as frequências que sejam consideradas necessárias [11].

Na perspectiva do utilizador, outra vantagem do serviço é a integração de televisão, voz e dados através de um só fornecedor, pois torna o serviço mais vantajoso em termos de custo. O facto de ser um serviço extremamente interactivo e permitir um grande controlo sobre a escolha dos conteúdos também é uma vantagem para o utilizador que pode desfrutar de uma experiência melhor.

Relativamente às desvantagens existe a possibilidade de ocorrência de perda de pacotes de informação, apesar da taxa de erros da transmissão por cabo ser menor do que nas transmissões aéreas, que estão sujeitas às condições atmosféricas.

A dependência da IPTV à largura de banda existente também é uma desvantagem, por exemplo, se o utilizador não tiver largura de banda suficiente na sua ligação pode não ser capaz de usufruir de um serviço de HDTV [11].

Outra desvantagem é a não portabilidade da IPTV, ou seja, não se pode transportar a STB para outra residência e utilizar o serviço.

7. SERVIÇOS DISPONÍVEIS

O principal objectivo da IPTV é a distribuição de televisão digital, no entanto e como já foi referido anteriormente, existem outros serviços disponíveis.

7.1. Triple Play

Consiste na capacidade de fornecer ao utilizador serviço de voz, dados e vídeo através de uma única ligação de banda larga (figura 7).

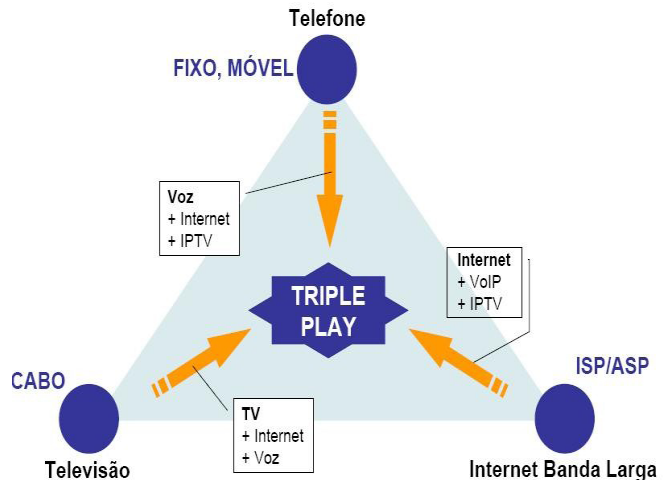


Figura 7 – Triple play [8]

7.2. Quadruple Play (Mobile IPTV)

Consiste na combinação dos serviços de *triple play* com os serviços móveis, permitindo aos utilizadores o acesso aos serviços de IPTV em qualquer local e em movimento.

Estão em desenvolvimento diversas soluções para o fornecimento de *Mobile IPTV*:

- *Mobile TV + IP*, utiliza as redes de transmissão digital para entregar os serviços de áudio, vídeo e *data* com base IP. Para aumentar a interactividade integram redes *wireless*. Esta abordagem apesar de também ser considerada *Mobile IPTV* perde um pouco da individualidade conferida pelo IP por ser distribuída pelas redes de transmissão digital.
- *IPTV + Mobile TV*, esta solução é vista como o futuro da *Mobile IPTV*, sendo que o muito do seu desenvolvimento até agora se deve às actividades da ATIS (*Automatic Terminal Information Services*) nos EUA e pelo *Open IPTV Forum* e *ITU-T Focus Group on IPTV* a nível internacional [12]. As especificações para a *Mobile IPTV* ainda estão a ser desenvolvidas e o *ITU-T Focus Group on IPTV* está a estudar os requisitos de mobilidade e rede sem fios. O

Open IPTV Forum está em desenvolvimento um serviço móvel totalmente baseado em IMS (*IP Multimedia Subsystems*), conjunto de especificações 3GPP para a entrega de conteúdos multimédia a dispositivos móveis.

As principais barreiras que a *Mobile IPTV* tem de ultrapassar são:

- limitações na capacidade;
- limitações dos processadores;
- ecrãs pequenos, pouca memória;
- limitações da banda;
- vulnerabilidades das ligações sem fios, nas quais existe uma maior perda de pacotes;
- problemas de cobertura.

7.3. Video On Demand (VOD)

É um sistema constituído por três partes fundamentais [4]:

- VOD server, armazena os conteúdos multimédia;
- VOD catcher, equipamento que recebe novos conteúdos;
- VOD cache, é um servidor distribuído, que tem como função gravar em *cache* o conteúdo mais vezes acedido pelo utilizador.

O VOD permite ao utilizador seleccionar conteúdo de vídeo de acordo com as suas preferências.

7.4. Electronic Programming Guide (EPG)

É a interface gráfica que permite ao utilizador navegar e seleccionar os conteúdos multimédia posto à disposição pela sua televisão digital, nomeadamente, acesso a guias de programação, selecção de conteúdos VOD, agendar gravação de conteúdos [4].

7.5. Digital Video Recorder (DVR)

O DVR é o dispositivo que permite a gravação de conteúdos num formato digital, permitindo que o utilizador possa aceder-lhes posteriormente [4]. Os conteúdos tanto podem ser armazenados na STB do utilizador como no servidor (*Head-End*).

7.6. Time Shifting

A funcionalidade de *Time Shifting* difere da DVR, na medida em que não requer que o utilizador liberte o espaço na sua STB, uma vez que os conteúdos são guardados no servidor IP [4]. A principal vantagem desta funcionalidade é permitir ao utilizador fazer *pause* ou *rewind* a programas transmitidos em directo.

7.7. Jogos/Música

A IPTV já permite o acesso a jogos, dando a possibilidade ao utilizador de jogar com outras pessoas em rede. Muitos dos serviços de IPTV também já têm uma base de dados onde o utilizador pode aceder a músicas.

7.8. Publicidade direccionada

Devido às capacidades interactivas da IPTV, as operadoras conseguem enviar publicidade específica a grupos de pessoas específicas. A IPTV permite ainda que o utilizador pare a emissão e obtenha mais informações sobre o produto em questão.

8. IPTV EM PORTUGAL

Em Portugal, o serviço de IPTV foi disponibilizado pela primeira vez em Abril de 2006 pela Optimus Clix com o serviço SmarTV, actualmente Clix TV e foi o primeiro serviço que disponibilizava uma solução *triple play* [2]. Com os recentes desenvolvimentos na área da fibra óptica, a Optimus Clix passou a fornecer o serviço de IPTV por este meio. Na tabela 2 apresenta-se as modalidades *triple play* oferecidas pela Optimus Clix [14].

Tabela 2 – Modalidades *triple play* da Optimus Clix [14]

Serviços	Características	Preço
Pack XXL (TV+Net+Voz)	120 Canais+Videoclube, 100Mb download/10MB upload, ilimitadas para rede fixa e 16 países	64,90€/mês
Pack XL (TV+Net+Voz)	85 Canais+Videoclube, 50Mb download/50MB upload, ilimitadas para rede fixa	49,90€/mês
Pack L (TV+Net+Voz)	30 Canais+Videoclube, 30Mb download/30MB upload, 0,5cêntimos/minuto para rede fixa	39,90€/mês

Em Junho de 2007, foi a vez da PT Comunicações entrar no mercado da IPTV. A solução apresentada pela PT Comunicações denomina-se MEO PT e caracteriza-se por ter menus interactivos muito simples e intuitivos. A MEO PT apresentava uma desvantagem, com três STB atingia-se a largura de banda máxima de um utilizador, o que limitava o número de STB por casa a três, actualmente já não existe este limite. A MEO PT também já disponibiliza o serviço de IPTV através de fibra óptica. As modalidades de *triple play* oferecidas pela MEO PT podem ser vistas na tabela 3 [13].

Tabela 3 – Modalidades *triple play* da MEO PT [13]

Serviços	Características	Preço
MEO Total 20 Plus (TV+Net+Voz)	100 Canais + Videoclube, Internet até 20 Mbps, Chamadas ilimitadas para rede fixa, Banda Larga Móvel	49,90€/mês
MEO Total 20 (TV+Net+Voz)	60 Canais + Videoclube, Internet até 20 Mbps, Chamadas ilimitadas para rede fixa, Banda Larga Móvel	44,90€/mês
MEO Total 10 (TV+Net+Voz)	60 Canais + Videoclube, Internet até 10 Mbps, Chamadas ilimitadas para rede fixa, Banda Larga Móvel	39,90€/mês

A empresa a entrar mais recentemente na competição foi a Vodafone, em 2009, com o serviço denominado Vodafone Casa. As modalidades *triple play* oferecidas pela Vodafone Casa podem ser vistas na tabela 4 [15].

Tabela 4 – Modalidades *triple play* da Vodafone [15]

Serviços	Características	Preço
Pack TV Base+Net+Voz	62 Canais+Videoclube, ADSL até 24Mbps, Chamadas gratuitas à noite para rede fixa	39,90€/mês
Pack TV Plus+Net+Voz	92 Canais+Videoclube, ADSL até 24Mbps, Chamadas gratuitas à noite para rede fixa	48,90€/mês

De assinalar ainda que tanto a Optimus Clix como a MEO PT oferecem, além das modalidades anteriormente referidas, modalidades de TV+Voz e TV+Net, sendo que a Vodafone apenas apresenta a modalidade de TV+Net, para além da anteriormente referida.

9. CONCLUSÃO

No passado o serviço de IPTV era limitado pela baixa largura de banda existente e pelos custos relativamente altos da instalação da cablagem, no entanto, os grandes progressos feitos nestas áreas tornaram o serviço de IPTV um mercado apetecível para as empresas de telecomunicações.

O forte desenvolvimento e investimento na área da fibra óptica a que estamos a assistir é outro factor que favorece o serviço de IPTV, pois contribui para o aumento de largura de banda, e consequentemente, a uma maior facilidade em assegurar todas as funcionalidades desta.

Existe ainda a forte possibilidade de melhoria nos serviços de mobilidade da IPTV devido aos desenvolvimentos feitos em tecnologias de acesso como o VDSL2 e o estudo da IPTV como uma aplicação IMS (*IP Multimedia Subsystem*), facilitando o acesso em dispositivos móveis.

Com todos estes factores espera-se que a IPTV se afirme no mercado.

11. REFERÊNCIAS

- [1] Wikipédia, “IPTV”, Acesso em: 10-05-2010. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/IPTV>.
- [2] Wikipédia, “IPTV”, Acesso em: 10-05-2010. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/IPTV>.
- [3] Broadband Services Forum – “IPTV Explained”. Acesso em: 25-05-2010. Disponível em: <http://www.broadbandservicesforum.org/images/Pages/IPTV%20Explained.pdf>.
- [4] Nortel – “IPTV Introduction”. Acesso em: 7-05-2010. Disponível em: <http://www.nortel.com/solutions/iptv/collateral/n113800.pdf>.
- [5] Broadcast Engineering, “IPTV: Next-Generation delivery of the television experience. Acesso em: 9-05-2010. Disponível em: http://broadcastengineering.com/RF/broadcasting_ip_tv_nextgeneration_delivery/.
- [6] Gerard O’Driscoll, “Next Generation IPTV Services and Technologies”. Acesso em: 2-05-2010. Disponível em: http://media.wiley.com/product_data/excerpt/20/04701637/0470163720.pdf.
- [7] Wikipedia, “IP Multicast”. Acesso em: 15-05-2010. Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/IP_Multicast.
- [8] André Miguel Dias Claro, “Framework para Personal TV”. Dissertação para obtenção para grau de Mestre em Engenharia de Redes de Comunicação, Instituto Superior Técnico, Pág. 11-23, 29-31.
- [9] IPTV Industry – “IPTV FEC Forward Error Correction” Acesso em: 2-05-2010 Disponível em: <http://www.iptv-industry.com/ar/4z.htm>.
- [10] Wes Simpson, “Correcting IPTV Network Errors With FEC”, Acesso em: 3-05-2010. Disponível em: <http://www.tvtechnology.com/article/15202>.
- [11] Heitor Lannes, Blog IPTV, “Vantagens e desvantagens da IPTV”. Acesso em: 15-05-2010. Disponível em: <http://jobvisual.blogspot.com/2007/11/vantagens-e-desvantagens-da-iptv-por.html>.
- [12] Open IPTV Forum. Acesso em: 7-05-2010. Disponível em: <http://www.openiptvforum.org/>.
- [13] MEO, Acesso em: 15-05-2010. Disponível em: <http://www.meo.pt/>.
- [14] Optimus Clix, Acesso em: 15-05-2010. Disponível em: <http://cliente.clix.pt/homepage/>.
- [15] Vodafone Portugal, Acesso em: 15-05-2010. Disponível em: <http://www.vodafone.pt/main/particulares>.
- [16] Cisco System, Inc., Acesso em: 15-05-2010. Disponível em: http://www.cisco.com/en/US/technologies/tk869/tk769/technologies_white_paper0900aecd80730d28.html
- [17] EXFO, Acesso em 15-05-2010. Disponível em: <http://www.exfo.com/en/Applications/IPTV-Overview.aspx>
- [18] Sumitomo Electric, Acesso em 15-05-2010. Disponível em: http://global-sei.com/ftx/product_e/bae/bae01.html
- [19] Televisão Interactiva, Acesso em 15-05-2010. Disponível em: http://www.img.lx.it.pt/~fp/cav/ano2007_2008/MEEC/Trabalho_22/tvinteractiva/tec.html



Nuno Santos, nascido em Lisboa em 1988. Frequenta actualmente o Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, nas áreas de especialização de Telecomunicações e Energia. Encontra-se no 4º ano no Instituto Superior Técnico.



Nuno Neves, nascido em Lisboa em 1988. Frequenta actualmente o Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, nas áreas de especialização de Computadores e Telecomunicações. Encontra-se no 4º ano no Instituto Superior Técnico.