

IPTV: UMA ABORDAGEM TÉCNICA E ECONÓMICA

André Jacques, nº63042

Cláudio Nobre, nº63099

João Garcia, nº63131

Instituto Superior Técnico

Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal

E-mail: {andre.jacques11,nobrec89,joao.garcia188}@gmail.com

ABSTRACT

Este artigo aborda a temática do IPTV (*Internet Protocol Television*), com este pretendemos que o leitor fique com uma melhor percepção sobre o que é o IPTV e os aspectos técnicos e económicos que o rodeiam. Ao longo deste artigo chama-se a atenção do leitor para os assuntos mais relevantes sobre IPTV e no final do mesmo damos a conhecer como pode o IPTV evoluir no futuro. O IPTV é considerado como um sistema revolucionário e em expansão, daí que o seu crescimento venha a ser muito elevado nos próximos anos.

Index Terms— IPTV, STB, MPEG-4, Televisão, VoD

1. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, o conceito de televisão é muito mais abrangente do que era outrora, isto deve-se maioritariamente à explosão da Internet. Através desta começou a desenhar-se o conceito de uma televisão mais interactiva, com mais conteúdos multimédia e um serviço com mais qualidade, comparativamente a soluções já existentes de televisão por cabo ou satélite; e que pudesse ser difundida para casa dos clientes através de uma estrutura já existente na camada de rede, o IP (*Internet Protocol*). É através deste novo paradigma que surge o conceito de IPTV, este novo serviço de televisão é capaz de corresponder às novas exigências dos clientes em ter um serviço de televisão melhor do que o actual. Nos últimos anos, IPTV tornou-se uma das principais técnicas de distribuição e acesso de serviços multimédia de banda larga. Actualmente é uma das principais áreas de crescimento das empresas de Telecomunicações e tem uma margem de crescimento enorme, sendo capaz de suprir necessidades futuras dos utilizadores [1].

Ao longo deste artigo vamos falar sobre os principais assuntos de IPTV, abordando aspectos técnicos e económicos. Em relação aos aspectos técnicos vamos falar sobre: o que é o IPTV e estabelecer uma comparação com outros serviços existentes de televisão no mercado, nomeadamente a *Web-TV*; as técnicas de compressão mais usadas nos sistemas IPTV, tal como os protocolos usados para o transporte dos sinais IPTV. Vamos também abordar a arquitectura usada em IPTV e os requisitos para a sua implementação. No que toca aos aspectos económicos vamos analisar um modelo de negócio a implementar e falar sobre a IPTV em Portugal referindo os serviços que são oferecidos aos clientes pelas várias empresas do sector. Por fim vamos dar a conhecer para

onde pode evoluir o IPTV e que aplicações relacionadas com IPTV podem surgir.

2. IPTV E COMPARAÇÃO DE SOLUÇÕES EXISTENTES

O IPTV está definido na ITU-T (*International Telecommunication Union*) e é um sistema onde o serviço de televisão digital é distribuído através de IP na camada de rede. O IPTV introduz um novo paradigma à sociedade actual, por proporcionar uma experiência inovadora, pois ao contrário dos serviços apresentados por “*Cable TV*” ou “*Satellite TV*”, o IPTV oferece completa interactividade e conteúdo ilimitado. Os serviços multimédia disponibilizados por IPTV garantem fiabilidade, segurança, interactividade, personalização e Qualidade de serviço (*QoS*) e de Experiência (*QoE*). Com o aparecimento de IPTV, surgiu um novo conceito no mercado, o “*triple Play*”, este novo serviço é distribuído segundo uma arquitetura comum e permite ao utilizador ter acesso a Internet de banda larga, VOIP (Voz sobre IP) e vídeo, (actualmente já existe o conceito de *Quad play* com a introdução de Internet móvel). Com a melhoria destes serviços os assinantes de IPTV cresceram muito nos últimos anos, passando de 10 milhões em 2007 para 55 milhões em 2010, sendo a tendência para aumentar [2].

Os conteúdos de vídeo distribuídos por IPTV podem ser visualizados na televisão do utilizador através da utilização de uma STB (*Set Top Box*, mais à frente neste artigo vai ser dado maior ênfase a este equipamento), estes podem-se dividir em: *Broadcast* e *On-Demand*. De uma forma simplista, os serviços *Broadcast* são activados quando um utilizador vê um canal de televisão, ou seja, depois da escolha do canal estar feita o conteúdo do mesmo é difundido em tempo-real para a STB. O serviço *Broadcast* de IPTV é denominado de “*Live Television*”. Os serviços *On-demand* são conteúdos disponibilizados num servidor, que podem ser acedidos pela STB, o utilizador decide quando quer ver e tem controlo total sobre como o conteúdo é reproduzido, o mesmo controlo não se verifica com o serviço *Broadcast*. O serviço *On-demand* mais conhecido de IPTV é o *video-on-demand*.

O século XXI trouxe um aumento no acesso a Internet de banda larga e dos débitos de *download*, o que provocou uma maior procura de serviços que permitissem aos utilizadores ver conteúdos interactivos de vídeo na Internet (*Video Streaming*) usando IP, este conceito é denominado de *Web-TV*. Os conteúdos multimédia disponibilizados na Internet têm a vantagem de poderem ser visualizados sem um custo monetário acrescido para o utilizador, porém estes estão disponíveis com baixa qualidade e sujeitos a interrupções. O IPTV tem como base a *Web-TV*, na medida em que

também é suportado sobre IP, mas através do aparecimento de IPTV conseguiu-se suprimir as debilidades da *Web-TV*, dando maior margem de negócio ao IPTV. A tabela seguinte ilustra as diferenças mais importantes entre IPTV e *Web-TV* relativamente a certos parâmetros:

	Internet TV/Web-TV	IPTV
Qualidade	Qualidade do melhor esforço, não garante QoS	Garante QoS, padrão elevado de qualidade
Segurança	Inseguro, conteúdo não é protegido	Proteção garantida e conteúdos protegidos
Resolução	Depende da codificação	SDTV e HDTV garantida
Equipamento	PC	STB com TV
Utilizadores	Desconhecidos	Conhecidos com endereços IP definidos
Cobertura	Mundial	Local, limitada pelo operador

Fig. 1 Comparação entre IPTV e Web-TV

Como se pode observar pela tabela acima, as vantagens de IPTV em relação a *Web-TV* são consideráveis, além destas diferenças gostaríamos de enumerar outras vantagens que colocam o IPTV num nível superior em relação aos outros serviços de Televisão:

- Os sinais IPTV são 100% digitais;
- IPTV funciona com qualquer tipo de ligação de Internet (desde que cumpra o limite mínimo imposto), tendo apenas de se instalar a STB;
- Com a evolução das STB para receberem sinais “Wireless”, o uso de fios deixa de ser necessário;
- Os programas podem ser armazenados em servidores e estarem disponíveis através do click do controlador da STB (*On-Demand*).

Mas tal como todas as tecnologias, o IPTV, tem as suas desvantagens e limitações, estas serão abordados quando falarmos nos requisitos necessários para a implementação de um serviço de IPTV. Através das características aqui enumeradas não há qualquer dúvida que o IPTV é o futuro da televisão digital, levando as televisões para uma nova geração.

3. TÉCNICAS DE COMPRESSÃO VÍDEO E ÁUDIO

Como neste artigo queremos dar uma visão global do IPTV não vamos dar ênfase às características de codificação usadas, daí falarmos nelas de uma maneira um pouco superficial. Tentando apenas ilustrar a importância destas técnicas.

Os *codecs* mais utilizados por IPTV são o MPEG-2 e o MPEG-4, (desenvolvidas pelo grupo *MPEG- Motion Pictures Experts Group*, as normas MPEG apenas consideram a descodificação normativa e nunca a codificação, isto permite que haja uma competição entre fabricantes de codificadores), que usam técnicas cada vez mais rigorosas, de modo a obterem factores de compressão cada vez mais elevados e consequentemente débitos mais reduzidos.

Actualmente é usado o codec MPEG-4 para codificação nos sistemas IPTV, tanto para vídeo como para áudio, devido a este ser o codec mais recente no mercado e aquele que traz maior eficiência, sendo capaz de reduzir os débitos de transmissão para o valor mais baixo possível.

3.1. Vídeo

Os sinais de televisão em sistemas IPTV são digitais, isto significa que uma sequência de vídeo é vista como um conjunto de imagens (*Group of pictures*), em que cada imagem é dividida em fatias (*slices*) e cada fatia é dividida em Macroblocos de 16×16, que por sua vez são divididos em blocos de 8×8. Logo uma imagem pode ser vista como uma matriz de pontos, em que cada ponto é um *pixel* composto por 1 valor de luminância e 2 de crominância. Como sabemos, o sistema visual humano é menos sensível à cor do que a tons de preto e branco, logo será normal que o sinal de luminância e de crominância não sejam amostrados com a mesma resolução. Devido a este factor foram definidos alguns formatos de sub-amostragem, dos quais destacamos os 3 que se seguem:

- Formato 4:4:4 (é amostrado o mesmo número de pontos para a luminância e crominância);
- Formato 4:2:2 (para a crominância, na horizontal são amostrados metade dos pontos da luminância, ou seja, metade das colunas);
- Formato 4:2:0 (para a crominância, tanto na horizontal como na vertical são amostrados metade dos pontos da luminância, ou seja, metade das linhas e colunas) [3].

Para uma melhor percepção da necessidade de compressão, decidimos apresentar um exemplo dos débitos requeridos para o transporte de um sinal com uma resolução de *Standard TV* (576 linhas × 720 colunas) e uma resolução em *High Definition TV* (1080 lin × 1920 col), para o formato de sub-amostragem 4:2:2 e uma codificação do sinal de vídeo em PCM. Consideramos o caso Europeu com uma resolução temporal de 25 imagens/s e 8 bits/amostra. A expressão matemática 1 permite calcular os débitos binários requeridos para as duas resoluções. Substituindo os valores acima expostos na expressão 1, obtemos para os débitos binários os valores de 165,9 Mbps e 829,44 Mbps para uma resolução *TV Standard* e de HDTV, respectivamente. Como se pode observar os débitos obtidos são muito elevados não sendo possível transmitir sinais de vídeo num canal com estes débitos, por este motivo é necessário usar técnicas de compressão, de modo a que seja possível a transmissão dos sinais de vídeo.

Existem dois tipos de codificação: codificação *lossless* (a imagem é codificada preservando toda a informação nesta, isto significa que a imagem real e a descodificada são matematicamente iguais - processo reversível) e codificação *lossy* (ao contrário da codificação *lossless*, esta não preserva toda a informação, sendo a imagem real e a descodificada diferentes - processo irreversível).

Os diferentes tipos de codificação dos sinais de vídeo exploram dois aspectos distintos, a redundância e a irrelevância. A redundância pode ser dividida em: redundância temporal, estatística e espacial e está relacionada com as semelhanças, correlações e previsibilidade de um sinal de vídeo. A irrelevância está relacionada com a parte da informação do sinal de vídeo que é imperceptível ao sistema visual humano, logo pode ser eliminada sem que haja uma degradação da percepção do conteúdo. A codificação *lossless* explora todas as técnicas de redundância, enquanto que a codificação *lossy*, além da redundância explora também a irrelevância. A técnica mais usada para responder à redundância espacial é a DCT (*Discrete Co-sine Transform*) [3],

$$D_b = [\text{lin}(\text{lum}) \times \text{col}(\text{lum}) + 2 \times \text{lin}(\text{Crom}) \times \text{col}(\text{Crom})] \times (\text{num}_{\text{imagens/s}}) \times (\text{num}_{\text{bits/amostra}}) \quad (1)$$

para responder à redundância estatística recorremos a codificações de *Huffman* entrópicas [3] e para explorar a redundância temporal usa-se a correlação de imagens sucessivas com a ajuda da DCT para a diferença entre imagens sucessivas, ou usa-se a compensação de movimento [4]; para a irrelevância combinamos a quantização com a DCT [3].

Com o aparecimento do MPEG-2 vídeo, os factores de compressão reduziram-se em relação ao codec MPEG-1, isto foi devido a melhorias que foram implementadas, nomeadamente duas técnicas muito importantes, o entrelaçamento e a escalabilidade. A segunda não foi tao bem sucedida em MPEG-2, sendo posteriormente um sucesso em MPEG-4, devido à existência de um maior número de plataformas de media nos dias de hoje, havendo portanto maior necessidade de escalabilidade, por exemplo: Ipad, smartphones, etc. A primeira foi muito utilizada em MPEG-2, pois permite codificar de uma maneira mais eficiente os conteúdos de vídeo entrelaçados, com esta nova técnica cada imagem codificada é classificada em: *Frame Picture e Field Picture*. Em que na primeira, os macroblocos a codificar são definidos como a combinação dos dois campos da imagem (superior e inferior) e na segunda os macroblocos a codificar são definidos nos dois campos, sendo posteriormente codificados separadamente. O entrelaçamento trouxe mais 3 modos de predição: *Field-Mode for Field-Pictures, Field-Mode for Frame-pictures e 16x8 blocks for Field-Pictures*. Tal como um novo modo de varrimento dos coeficientes DCT mais eficiente, em alternativa ao *Zig-Zag*.

Tal como referimos anteriormente uma sequência de vídeo em MPEG-2 ou MPEG-4 está dividida em grupos de imagens (*GoP – Group of pictures*), estes contêm imagens I, P e B. As imagens I (*Intra Frames*) não exploram redundância temporal, são codificadas de forma independente das outras; as imagens P (*Predicted Frames*) exploram a redundância temporal e têm a possibilidade de efectuar uma predição com base em imagens anteriores do tipo P e do tipo I; as imagens do tipo B (*Bidirectionally predicted frames*) conseguem fazer perdições com base em imagens anteriores ou posteriores do tipo I e P. De referir que as imagens B oferecem factores de compressão mais elevados e no caso das imagens I mais baixos. Apesar de as imagens I terem factores de compressão mais baixos a sua utilização é fulcral para garantir “*random access*” (possibilidade de começar a ver um canal de televisão ou um filme em qualquer parte e a capacidade de fazer forward e rewind em momentos do filme e nunca perder o sincronismo) [5].

Com a evolução foi-se procurando *codecs* que trouxessem maiores factores de compressão, foi nesse sentido que apareceu a norma MPEG-4, a parte 16 intitulada H.264/AVC (*Advanced Video Coding*) é a codificação de vídeo mais recente e foi desenvolvida num esforço conjunto entre os grupos MPEG e ITU-T. O principal objectivo desta nova norma era de passar para o dobro o factor de compressão da norma MPEG-2 vídeo, utilizando algumas técnicas que não foram usadas em MPEG-2, dessas destacam-se: compensação de movimento feita com blocos de tamanho variável, Macroblocos com referências de predição em múltiplas tramas e métodos de codificação entrópica optimizados [6].

Os débitos resultantes dos factores de compressão utilizados em MPEG-2 vídeo e H.264/AVC são apresentados na figura 2, como se pode observar por esta os débitos já são suportáveis com as actuais redes de telecomunicações.

	MPEG-2 Vídeo	H.264/AVC
TV Standard	4-6 Mbps	2-3 Mbps
HDTV	8-12 Mbps	4-6 Mbps

Fig.2 Débitos de transmissão com uso de MPEG-2 e MPEG-4

3.2. Áudio

Até aqui falámos das técnicas de compressão ao nível do vídeo, vamos agora abordar as técnicas usadas para comprimir os sinais de áudio nas normas MPEG-2 e MPEG-4. Tal como no vídeo, o áudio continua a explorar a redundância e a irrelevância dos sinais, sendo que no caso do áudio é dado mais ênfase à irrelevância, devido a não haver muita redundância a ser explorada. As técnicas usadas na norma MPEG-2 trouxeram vários melhoramentos em relação à norma MPEG-1: ritmos de amostragem mais baixas (16, 22.05 e 24 kHz contra as 32, 44.1 e 48 kHz que se verificavam); aumento do número de canais de áudio (passando a haver 5 em vez dos 2 que existiam, esta mudança permitiu aos utilizadores terem a ilusão de cinema em casa, conceito de “áudio *Surround*”); as 3 camadas da norma MPEG-1 (mp1, mp2 e mp3) estão novamente definidas na norma MPEG-2 com diferentes complexidades e com um aumento da *performance*. Para o áudio a norma MPEG-2 divide-se em 2 partes:

- Áudio Parte 3 (*MPEG-2 Audio Backward Compatible (BC)*) - esta codifica até 5 canais mais 1 canal de baixa frequência com alta qualidade e oferece compatibilidade inversa e directa com MPEG-1 Áudio, o que permite o aproveitamento de alguns equipamentos;
- *Advanced Audio Coding Part 7 (AAC)* – Deixa de ter compatibilidade com MPEG-1, o que lhe permitiu aumentar o ritmo de distorção, atingindo melhor qualidade. Codifica entre 1 e 48 canais, com ritmos de amostragem de 8 a 96 kHz.

A norma MPEG-4 utiliza para a codificação de áudio, *Advanced Audio Coding Part 7 (AAC)* definido na norma MPEG-2 [6].

4. PROTOCOLOS E GRUPOS MULTICAST

Para que os sinais de vídeo e áudio sejam transportados nas redes de IPTV, temos de fazer uso de alguns protocolos de comunicação, pertencentes à camada de aplicação, de transporte e de rede. Na figura seguinte apresentamos um esquema simplificado dos protocolos usados em IPTV, posteriormente à figura vamos então explicitar o papel de cada protocolo.

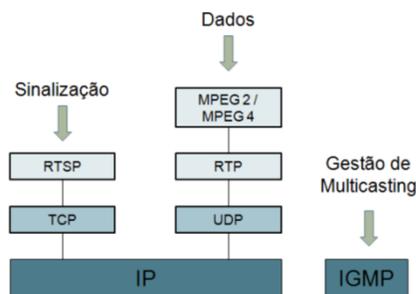


Fig. 3 Pilha de Protocolos em IPTV

Como se pode visualizar na figura 3, todos os protocolos de níveis superiores são encapsulados em datagramas IP na camada de rede. O IP é um protocolo de nível 3 (camada de rede) que contém soluções de endereçamento e de controlo apropriadas para encaminhar os pacotes entre a fonte e o receptor. Uma rede IP proporciona um serviço de entrega de datagramas não orientado à ligação e baseados no melhor esforço.

O TCP (*Transmission Control Protocol*) e o UDP (*User Datagram Protocol*) são protocolos de nível 4, (camada de transporte), usados numa rede IP. O primeiro é um protocolo orientado à ligação e oferece um serviço fiável e sem perdas, (o que significa que todos os dados são entregues no receptor, ou em caso de falha a fonte é informada). O segundo é um protocolo não orientado à ligação e baseado no melhor esforço, não oferecendo fiabilidade nem um serviço sem perdas. Contudo, o protocolo UDP tem a vantagem de ter um cabeçalho mais reduzido que o TCP (8 vs 20 bytes), o que permite uma expedição mais rápida dos dados. Os sistemas IPTV são aplicações em tempo-real muito sensíveis a atrasos e menos exigentes a eventuais perdas de pacotes, como tal a escolha do protocolo UDP para o transporte dos dados é óbvia pelas razões supracitadas [7].

Para compensar o facto do protocolo UDP não garantir um serviço fiável e sem perdas, usa-se o protocolo RTP (*Real-Time Protocol*), definido na norma RFC 3550. O objetivo é garantir um serviço que permita associar a cada pacote de dados o tipo de utilização, *Payload type*, (no caso do vídeo que *codec* usa, se *MPEG-2 vídeo* ou *H.264/AVC*); que permita a numeração de sequência (*Sequence number*), de modo a monitorizar as entregas e ordenar na recepção os pacotes que cheguem fora de ordem ou atrasados e que possibilite a transmissão do sinal de relógio (*timestamp*), este serve para marcar o instante de tempo da criação de um pacote, de modo a que na recepção seja possível decidir se o pacote chegou ou não a tempo, este campo do protocolo RTP é muito importante pois permite acabar com o fenómeno de *jitter* (atraso na entrega de dados numa rede, ou seja, é a variação do atraso entre pacotes sucessivos de dados).

A utilização do protocolo RTP não é obrigatória, mas as vantagens da sua utilização são bastante apelativas. Além dos benefícios da sua utilização é necessário adicionar um novo cabeçalho o que diminui a eficiência de transporte em cerca de 1%, este facto não é significativo para a não utilização do mesmo, daí utilizar-se recorrentemente.

No que toca à sinalização é usado o protocolo RTSP (*Real-time Streaming Protocol*), este está definido na norma RFC 2326, é utilizado para estabelecer e controlar sessões de *media* entre terminais em tempo real e para dar ao utilizador controlo sobre o *stream* de dados, (as acções de controlo podem ser *pause*, *resume*, *rewind*, *play*, entre outros). O RTSP também guarda o estado em que o cliente se encontra, ou seja, se está em fase de início de sessão, ou se está em *pause*, entre outros. Este facto é bastante importante pois permite em tempo real saber como se encontra a sessão. O protocolo RTSP é maioritariamente usado sobre TCP, como se pode observar na figura 3, pois necessita de uma ligação fiável, no entanto pode ser usado sobre UDP, mas não é muito comum.

De salientar que a comunicação entre o utilizador e o servidor de conteúdos é feita através da sua STB (*set top box*), esta é um equipamento terminal localizado na casa do utilizador que serve como interface entre a televisão e a rede, permite também receber o sinal IPTV e converte-lo num sinal de vídeo que pode ser visto na televisão do utilizador, as funcionalidades deste equipamento

serão descritas mais à frente neste artigo, quando falarmos nos requisitos para a implementação de IPTV.

Por fim, falta referir o papel do protocolo IGMP (*Internet Group Management Protocol*), definido na norma RFC 3376, este é encapsulado directamente em datagramas IP visto pertencer à camada de rede. O objectivo principal deste protocolo é gerir os grupos *multicast* de um dado grupo de LAN's (*Local area Network*). Este propósito é bastante importante, visto que as redes IPTV trouxeram um novo padrão na emissão de televisão. No caso da televisão por cabo tradicional os canais eram todos enviados para o utilizador e a selecção dos mesmos era feita no televisor do mesmo, mas em IPTV para poupar largura de banda os utilizadores que estiverem a ver o mesmo canal estão associados ao mesmo grupo *multicast* e quando quiserem mudar de canal têm de abandonar o grupo *multicast* onde se encontram e ligarem-se a outro, é aqui que o papel do protocolo IGMP se torna preponderante, este irá fazer a coordenação entre a mudança de grupos *multicast* na mesma LAN. De um modo geral, em IPTV, cada canal de televisão numa dada zona da rede está associado a um grupo *multicast* ao qual está associado o endereço IP da STB, quando um utilizador desejar ver um canal de televisão terá de se ligar ao grupo *multicast* correspondente. O protocolo IGMP faz uso de mensagens como: "membership_query", "membership_report" e "leave_group" para fazer a coordenação entre a entrada, saída ou controlo de utilizadores em grupos *multicast*.

Finalmente, como o IGMP apenas coordena trocas entre grupos *multicast* da mesma LAN, tem de existir um protocolo que faça a transição entre grupos *multicast* de LAN's diferentes, esse protocolo é o PIM (*Protocol-Independent Multicast*), definido na norma RFC 3973, que consegue identificar 2 grupos *multicast* em LAN's diferentes e fazer a troca entre esses mesmos grupos [8].

5. ARQUITECTURA DE REDE

Nas redes IPTV, existem diversas normas para a arquitectura da rede, estando estas dependentes dos serviços que a operadora quer fornecer aos seus clientes, contudo neste artigo apenas serão abordados a estrutura e os elementos essenciais para a constituição da arquitectura da rede IPTV.

A rede IPTV divide-se tipicamente em 3 sub-redes: a de núcleo, a de transporte ou metropolitana e a de acesso, sendo que a ordem pela qual que foram enumeradas reflecte a proximidade cada vez maior em relação ao cliente [9]. A figura 4 permite uma maior percepção das 3 sub-redes que compõem a rede IPTV.

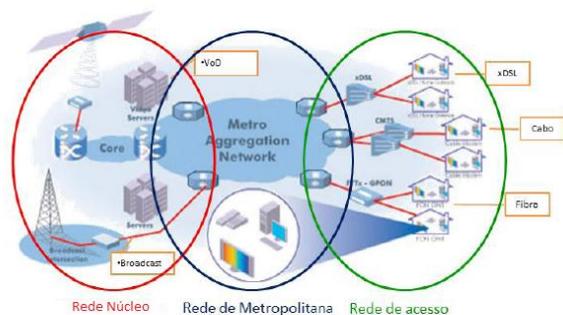


Fig. 4 Representação da Arquitectura típica da rede IPTV

5.1. Rede de Núcleo

Nesta sub-rede é realizada toda a agregação de conteúdo audiovisual, proveniente dos prestadores de conteúdos. Este é agregado na cabeça de rede ou *Head-end* e consiste em servidores de multimédia, onde o conteúdo será codificado, armazenado e enviado para os utilizadores que os requisitaram.

Este conteúdo audiovisual, tal como já foi referido, pode-se dividir em 2 tipos:

- *Broadcast* – conteúdo transmitido em directo, volátil e fortemente influenciado por atrasos. Transmitido para um grupo de utilizadores em simultâneo (grupos *multicast*), para desta forma poupar débito binário na transmissão, visto que apenas será necessário ter uma fonte de transmissão para satisfazer um grupo de clientes;
- *On Demand* – conteúdo transmitido a pedido do utilizador. Sensível a atrasos relativos a pedidos, como: *pause, play, rewind, fast forward*, entre outros. Transmissão realizada do servidor de multimédia para o utilizador específico, utilizando uma transmissão *unicast*, necessária para a interactividade do conteúdo.

Poderá também ser tomado em consideração o conceito de *Time-Shifted Television* (TST), que consiste na gravação do conteúdo *broadcast*, a pedido do utilizador, para uma posterior visualização. Este conteúdo pode ser gravado directamente na STB do utilizador ou na cabeça de rede dependendo da implementação da operadora, sendo que no último caso o conteúdo é em tudo igual ao VoD (*Video on Demand*).

Após ser agregado na cabeça de rede, o conteúdo é codificado, comprimido e enviado em formato de pacotes IP para a rede de transporte até aos respectivos utilizadores.

5.2. Rede de Transporte

Todo o conteúdo previamente convertido em pacotes IP é reencaminhado desde a cabeça de rede até à rede de acesso dos utilizadores utilizando o protocolo MPLS (*Multi Protocol Label Switching*). Este protocolo é uma norma da IETF (*Internet Engineering Task Force*) e está definido nas normas RFC 3443 e 4221, este opera entre a camada de ligação (camada 2) e a camada de rede (camada 3), permitindo o funcionamento baseado tanto em comutação de circuitos como em comutação de pacotes. O estudo aprofundado deste protocolo encontra-se fora do âmbito deste artigo.

5.3. Rede de Acesso

A rede de acesso faz a ligação entre a rede de transporte e os utilizadores. A estrutura da rede de acesso varia consoante a implementação das operadoras sendo que as principais tecnologias utilizadas são:

- DSL (*Digital Subscriber Line*) – consiste numa família de tecnologias que utiliza a rede de telefonia para transmitir dados;
- DOCSIS (*Data Over Cabel Service Interface Specification*) – utiliza a rede híbrida fibra-coaxial para a transmissão de dados;
- FTTx (*Fiber to the x*). – Utiliza uma rede baseada em fibra óptica para a transmissão de dados. Esta tecnologia está subdividida em diversas soluções dependendo do

local até onde a fibra chega, sendo estas divisões as seguintes: FTTC (*Fiber to the Curb*), FTTN (*Fiber to the Node*) e FTTP/FTTH (*Fiber to the Premises/Home*).

- Rede satélite – Utilizada tipicamente para sistemas DVB-S, poderá ser utilizada para IPTV contudo apresenta limitações quanto ao débito, elevada latência e taxa de erros.
- Rede de acesso rádio – Utilizada para as comunicações móveis, contudo com o progressivo aumento de débitos torna-se também possível a utilização de serviços de débito elevado nomeadamente a IPTV, que para esta variante se designa por Mobile IPTV.

Todas estas tecnologias estão ligadas ao utilizador através da sua STB que fará a descodificação do conteúdo e projecção do mesmo na televisão do utilizador [9] A figura 5 ilustra 3 tipos de estrutura de acesso abordados, bem como um diagrama para melhor percepção de como o sinal chega a casa do utilizar, partindo da câmara de televisão.

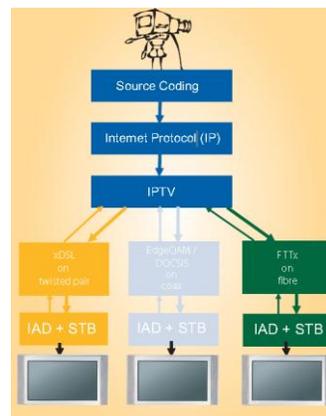


Fig. 5 Representação dos 3 maiores tipos de redes de acesso (xDSL, DOCSIS, FTTx) [10]

6. REQUISITOS

Nas redes IPTV é fulcral abordar os requisitos impostos à rede, não só do ponto de vista técnico como do ponto de vista económico, ou seja, de modo a rentabilizar os investimentos que se fizeram.

Para haver uma migração dos clientes do serviço tradicional de televisão para IPTV, os operadores terão no mínimo que fornecer todos os serviços já existentes, assim como a mesma Qualidade de Experiência (*QoE*). Logo, terá de se proporcionar aos clientes qualidade igual ou superior em relação à que tinham anteriormente, em termos de imagem, cor e som, mantendo os débitos baixos. Tal como foi referido anteriormente, são utilizadas técnicas de compressão em Portugal, nomeadamente o MPEG4, para diminuir estes débitos para valores aceitáveis, sendo que a *TV Standard* apresenta débitos compreendidos entre 2-3Mbps e a *HDTV* apresenta débitos de 4-6Mbps.

Assim o débito mínimo requerido para a IPTV terá que ser o que proporciona a mesma *QoE* que o utilizador já detém com a televisão tradicional, ou seja, terá que proporcionar a visualização de um canal e a gravação em simultâneo de um outro canal, o que se traduz num débito mínimo de 4-6Mbps para a resolução standard nos dois canais e um débito máximo de 8-12Mbps para dois canais HD.

Um outro factor que reduz a *QoE* é o atraso, seja este na transmissão directa de conteúdo (“*jitter*”) ou na mudança rápida de canal [11] Para a transmissão directa de conteúdo existe como foi referido anteriormente o protocolo RTP para eliminar este atraso, contudo o atraso na mudança rápida de canal depende do tempo de mudança de grupo *multicast* utilizando o protocolo IGMP e do tempo de aquisição da trama I (trama que permite o *random access*). Isto é, quando o cliente pede a mudança de canal, a sua STB envia um pedido, ao sistema de gestão da rede, de mudança de grupo *multicast*, o sistema de gestão processa o pedido e encaminha as tramas associadas ao novo grupo *multicast*. De seguida a STB do cliente terá que aguardar a chegada de uma trama I, pois esta não utiliza redundância temporal e como tal contém toda a informação necessária para a projecção do conteúdo. Em suma, o atraso na mudança de canal resulta da soma dos tempos necessários para enviar o pedido de mudança de canal, o seu processamento e resposta por parte do sistema de gestão e a aquisição da trama I, sendo que quanto menor for esse atraso maior será o *QoE*. Por último, existe também uma redução da *QoE* se a *MetaData* não estiver correcta [10] A *MetaData* consiste na informação sobre um canal ou sobre um conteúdo, sendo que a sua aplicação mais convencional na IPTV seja a programação de um canal ou a descrição de um filme no VoD. Logo, se a sua informação estiver incorrecta é facilmente detectável pelo cliente, levando a uma degradação da sua qualidade de experiência. A imagem seguinte ilustra da melhor maneira a *QoE* sentida pelo utilizador tanto a nível objectivo como subjectivo.

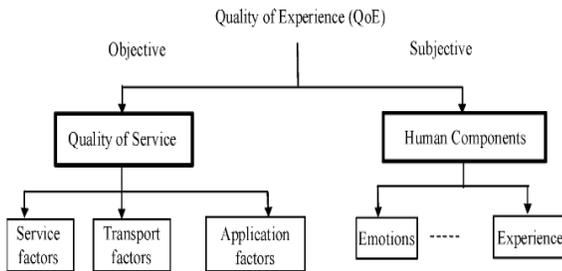


Fig. 6 Diagrama Qualidade de Experiencia, *QoE* [1]

Assim, para a IPTV proporcionar uma *QoE* igual ou superior aos serviços tradicionais terá que reduzir ao máximo os factores negativos acima descritos e maximizar os apresentados na figura 6, pois estes são fulcrais para uma melhor percepção do conteúdo por parte do utilizador.

De referir por fim, que todas as tecnologias têm os seus pontos menos fortes e o IPTV não é excepção. Ao longo deste artigo falámos nas vantagens que o IPTV tem em relação aos outros serviços de televisão, contudo não referimos as desvantagens que o acompanham. Destas destacam-se:

- O atraso provocado pela mudança de canal, devido à mudança de grupos *multicast*;
- Necessidade da implementação de uma STB (poderá trazer um acréscimo de despesa para o cliente);
- Necessidade de uma boa ligação à Internet na casa do utilizador, de modo a que os débitos sejam mais elevados para proporcionar melhor *QoE*.

Porém, algumas destas desvantagens podem ser minimizadas mediante de um contrato com os operadores, nomeadamente as desvantagens a nível económico, por exemplo a aquisição da STB

ser grátis para o utilizador. O atraso é a desvantagem mais significativa de IPTV, mas tal como as outras desvantagens, esta também pode ser minimizada.

7. MODELO DE NEGÓCIOS

O conceito de ver televisão sofreu uma grande transformação nos últimos anos com o aparecimento do serviço de IPTV. Desde então, devido à grande diversidade de serviços multimédia proporcionados ao utilizador, este passou a usufruir de mais quantidade e qualidade a nível de conteúdos, assim como de um maior controlo sobre os mesmos.

Todo este conceito de inovação e de novas possibilidades associado à IPTV desde cedo chamou a atenção dos fornecedores de Internet que viram neste serviço a oportunidade ideal para expandir o seu negócio, aumentar as suas vendas e quotas de mercado.

Assim surgiram os conhecidos pacotes de triple-play (e mais recentemente de quadruple-play) que englobam televisão, Internet fixa/móvel e voz fixa/móvel.

O sucesso de um negócio IPTV está relacionado com a capacidade que os *Service Providers*(SP) têm de proporcionar aos utilizadores conteúdos e serviços do seu agrado, na altura certa e de uma maneira que seja mais conveniente e apelativa.

De acordo com [12] existem alguns aspectos que devem ser tomados em consideração num modelo de negócios deste tipo e que podem resultar no seu sucesso.

7.1. Publicidade e conteúdos direccionados

Uma vez que quem consome conteúdos e serviços são na sua maioria os utilizadores em casa, a atenção dos *Service Providers* deverá estar direccionada para os seus clientes. Desta forma, através da análise de um conjunto de informações do cliente relativas à utilização do serviço de IPTV é possível, por exemplo, direccionar conteúdos que estejam de acordo com as preferências do utilizador. As informações referidas podem advir dos:

- Hábitos dos utilizadores, isto é, canais ou programas preferidos e horários de utilização;
- Tipo de conteúdo – por exemplo, relativamente aos filmes alugados em VoD, qual o tipo ou género de filmes mais requisitados ou quais os actores ou realizadores de maior agrado;
- Inquéritos realizados directamente aos utilizadores.

Para que estas informações tenham uma maior validade, é imperativo que os ID's que são utilizados para AAA (*Authentication, Authorization and Accounting*) correspondam efectivamente aos *End-Users* e não aos subscritores (uma vez que é frequente que estes não sejam os mesmos). Só assim se poderá estabelecer uma verdadeira correspondência entre o utilizador e os dados recolhidos que permitirão aos *Service Providers* prestar um melhor serviço e providenciar uma melhor experiência ao utilizador (*QoE*), que assim estará mais tempo “ligado”, contribuindo para o aumento da receita gerada.

7.2. Inovação

Actualmente, a grande maioria dos *Service Providers* de IPTV apresentam as seguintes características associadas aos seus serviços [12]:

- TV interactiva: a bidireccionalidade característica do serviço permite ao utilizador usufruir de canais interactivos, HDTV, serviços de música e jogos e ainda de serviços pagos como o VoD que disponibiliza um conjunto diversificado de filmes que o utilizador pode visualizar a qualquer momento. Através do seu comando, o utilizador poderá ainda navegar pelos diversos menus disponíveis e consultar informação detalhada sobre a grelha e programas televisivos assim como comprar canais a vulso;
- *Time-shifting* combinado com DVR (*Digital Video Recorder*), em que basicamente é possível fazer *pause/play* e *rewind/forward* em programas transmitidos em directo (ou não) e ainda guardar conteúdos para mais tarde visualizar;
- Personalização, por exemplo, dos menus de navegação para que estes se adaptem mais ao tipo de utilizador e aos seus hábitos.

Aquando da escolha de um serviço de IPTV, um cliente irá ter em conta não só os preços praticados pelo SP, mas também os serviços que lhe são apresentados.

Assim, é muito importante que uma empresa provedora de serviços tenha a capacidade de se destacar perante as restantes, oferecendo conteúdos e serviços que permitam a sua diferenciação [12] [13]

O conceito de inovação é fundamental para a diferenciação e deverá ser entendido em dois sentidos diferentes:

- Ao nível dos conteúdos, através por exemplo da introdução de novos canais e novos conteúdos *on demand*;
- Ao nível dos serviços, tornando cada vez mais absorvente e única a experiência de ver televisão. Tem-se assistido ao desenvolvimento recente de múltiplos serviços inovadores dos quais destacamos a possibilidade de se usufruir do serviço IPTV em dispositivos móveis, que com o amadurecimento do 4G deverá conhecer um profundo crescimento nos anos vindouros.

A evidência de que existem bons modelos de negócio e que de facto a IPTV é um caso de sucesso no mundo inteiro é demonstrada pelo número de subscritores que tem vindo a aumentar de ano para ano (Figura 7). Também no capítulo das receitas essa tendência se verifica, apontando as perspectivas mais optimistas para valores na casa dos US\$45,3 biliões no ano de 2015 face aos US\$21,8 milhões atingidos em 2011 [15]. Tal como acontece actualmente, a Europa e a América do Norte deverão continuar a gerar a maior fatia da receita a nível global, uma vez que na Ásia os valores das ARPU's (Average Revenue Per User) são bastante baixos. Denote-se que os valores apresentados na figura 8 são apenas estimativas e como tal poderão sofrer alterações. As possíveis diferenças face às perspectivas actuais poderão advir por um lado da incerteza ao nível da expansão da IPTV no mercado asiático, africano e na Europa de Leste (onde actualmente a penetração do serviço é inferior a 10%) e por outro devido à incerteza se os valores médios relativos à ARPU irão aumentar ou diminuir [17]. De qualquer maneira, o crescimento irá certamente ser uma constante nos próximos anos e irá fazer com que as operadoras continuem a investir, beneficiando, em última instância, os seus clientes.

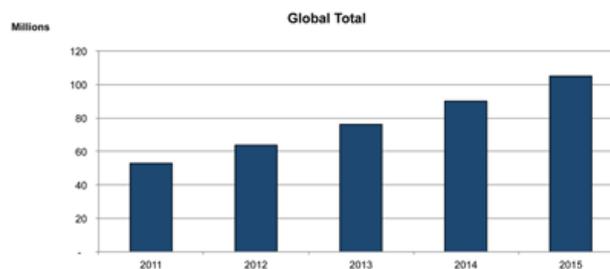


Fig.7 Previsão de crescimento do número de subscritores IPTV a nível global [14].

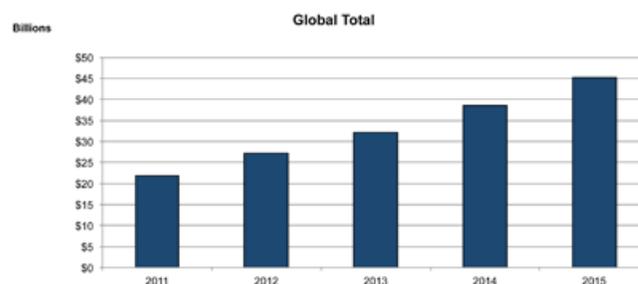


Fig.8 Previsão do valor das receitas geradas através do serviço de IPTV a nível global [14].

8. IPTV EM PORTUGAL

A entrada da IPTV em Portugal deu-se em Abril de 2006 com a Clix. Desde então, surgiu o serviço MEO (PT) em Junho de 2007, o Vodafone Casa (Vodafone) em 2009 e posteriormente a IRIS da ZON. Actualmente, o grupo Zon detem a maior quota de assinantes de TV por subscrição, encontrando-se logo a seguir a PT (Figura 9). No entanto, no que toca aos seus pacotes triple/quadruple play (MEO e IRIS, que incluem o serviço IPTV), as duas empresas possuem praticamente o mesmo valor relativo às quotas de assinantes. Por este motivo, nos últimos anos tem-se assistido a uma verdadeira guerra entre estes dois *players* que, através de campanhas de marketing agressivo, procuram cativar novos clientes e aliciar os que subscrevem o serviço da concorrência. A concorrência entre ambos tem sido apontada como um dos factores que estão na base do aumento do número de assinantes do serviço de TV por subscrição nos últimos anos. De facto, no último trimestre de 2011, o número de subscritores atingiu cerca de 2,98 milhões, mais 69 mil que no trimestre anterior e mais 202 mil que no mesmo período do ano anterior, sendo que no universo da *pay TV*, a IPTV é o serviço que mais cresce todos os anos [16]

É interessante verificar que no capítulo da inovação, referente ao modelo de negócios, as duas operadoras procuram precisamente diferenciar-se tanto ao nível dos conteúdos oferecidos (canais exclusivos e HD) como ao nível dos serviços (destaque para o *MEO GO!* e o *MEO Remote* de um lado e o *ZON Phone* do outro). A qualidade da IPTV em Portugal, e dos pacotes oferecidos pelas operadoras, tem vindo a ser reconhecida internacionalmente através de diversos prémios, sendo que actualmente o MEO é inclusive utilizado enquanto *benchmark* no mercado asiático.

	10T4	11T3	11T4
Grupo ZON/TV Cabo	55,8%	54,7%	53,9%
ZON TV Cabo Portugal	50,3%	49,4%	48,8%
ZON TV Cabo Açoreana	2,6%	2,5%	2,4%
ZON TV Cabo Madeirense	2,9%	2,9%	2,8%
PTC	32,3%	33,5%	35,0%
Cabovisão	9,0%	8,8%	8,6%
AR Telecom	0,8%	0,7%	-
Optimus	1,2%	1,2%	1,2%
Vodafone	0,8%	0,9%	1,2%
Outros prestadores	0,2%	0,2%	0,1%

Fonte: ICP- ANACOM
Unidade: %

Fig. 9 Quotas de assinantes do serviço de TV por subscrição [16]

9. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Ao longo deste artigo foram explorados diversos aspectos relativos ao universo da IPTV desde técnicas de compressão e protocolos, passando pelas arquiteturas correntes, e finalmente algumas características dos modelos de negócio e penetração do serviço em Portugal. Para concluir, será feita uma abordagem àquilo que se prevê ser o futuro desta técnica de distribuição e acesso de serviços multimédia de banda larga.

Num panorama mais tecnológico, e tendo em conta o crescimento previsto para os próximos anos, é expectável que o FTTH surja como tecnologia de preferência para o suporte de débitos binários progressivamente maiores. UHD TV (com uma resolução 16 vezes superior relativamente à HDTV – figura 10) e canais 3D são cada vez mais uma realidade e exigem um esforço em termos de débito que as soluções mais tradicionais dificilmente conseguirão acompanhar.



Fig. 10 Resolução UHDTV em comparação com os formatos HD e SD [18]

No que toca a novos serviços e conteúdos, é possível perspectivar serviços de *chat* em tempo real, *amazon-style e-commerce*, *doctor and nurse house calls* entre outros. A IPTV é um mundo cheio de possibilidades, em que a criatividade (e os orçamentos) acaba mesmo por ser o limite, pelo que conteúdos e serviços continuarão a ser desenvolvidos e moldados de acordo com os gostos e necessidades das pessoas.

Para terminar, não existem dúvidas que a IPTV continuará durante muitos anos a ser um caso de sucesso e que a experiência de ver televisão será progressivamente mais entusiasmante; porém, e como consequência disso, prevê-se que as pessoas passem cada vez mais horas em frente ao ecrã, afastando-se da esfera social, isolando-se. Assim, deve ser tido em conta que aliado ao progresso existirá um problema de cariz social e de qualidade de vida que não deverá ser desprezado.

10. REFERÊNCIAS

[1] Julien Maisonneuve, Muriel Deschanel, Juergen Heiles, Wei Li, Hong Liu, Randy Sharpe and Yijian wu, “An Overview of

- IPTV Standards Development”, in *IEEE Transactions on Broadcasting*, Vol. 55, N°2, June 2009.
- [2] Amal Punchihewa, Ann Malsha De Silva, “Tutorial on IPTV and its Latest Developments”. *School of Engineering and advanced Technology, Massey University, Palmerston North, New Zeland, 4442.*
- [3] Pereira, Fernando; Digital Image Compression; Diapositivos da disciplina comunicação Áudio e Vídeo, 2011/2012; URL: http://amalia.img.lx.it.pt/~fp/cav/ano2011_2012/Slides%202012/CAV_5_Digital_Pictures_2012_Web.pdf.
- [4] Pereira, Fernando; Videotelephony and videoconference; Diapositivos da disciplina comunicação Áudio e Vídeo, 2011/2012; URL: http://amalia.img.lx.it.pt/~fp/cav/ano2011_2012/Slides%202012/CAV_6_Videotelephony_2012_Web.pdf.
- [5] Pereira, Fernando; Digital Television; Diapositivos da disciplina comunicação Áudio e Vídeo, 2011/2012; URL: http://amalia.img.lx.it.pt/~fp/cav/ano2011_2012/Slides%202012/CAV_8_Digital_TV_2012_Web.pdf.
- [6] Pereira, Fernando; Advanced Video Coding; Diapositivos da disciplina comunicação Áudio e Vídeo, 2011/2012; URL: http://amalia.img.lx.it.pt/~fp/cav/ano2011_2012/Slides%202012/CAV_9_Advanced_AV_Coding_2012_Web.pdf.
- [7] Pires, João; Sistemas e Redes de Telecomunicações; Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores; Instituto Superior Técnico; 2006.
- [8] Kurose, J. F; Ross, K. W. “Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet” 5th Ed., Pearson 2010.
- [9] Domingues, João Ricardo Dias; Dissertação: “Arquitectura SIP IPTV para Redes Heterogéneas”; Instituto Superior Técnico; Abril 2009; URL: <https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/325308/1/dissertacao.pdf>;
- [10] Multimedia Over Coax Alliance; “IPTV White Paper”; Junho de 2008; URL: http://www.mocalliance.org/industry/white_papers/IPTV_White_Paper%5B1%5D.pdf.
- [11] Werder, Oliver; “Broadcasters requirements for IPTV”; Abril de 2007; URL: http://www.ebu.ch/fr/technical/trev/trev_310-werner.pdf;
- [12] Brownson Obele, Seung Han, Jun Choi and Minho Kang, “On building a successful IPTV Business Model based on Personalized IPTV Contents & Services”, 2009 IEEE.
- [13] J. K. Choi, G. M. Lee, H. J. Park, “Web-based Personalized IPTV Services over NGN” in Proceedings of the 17th International Conference on Computer Communications and Networks 2008 (ICCCN ’08), Virgin Islands, August 2008.
- [14] <http://www.mrgco.com/iptv/gf0212.html>
- [15] <http://www.satellitemarkets.com/news-analysis/iptv-growth-outpacing-cable-and-satellite-tv>.
- [16] <http://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1114852>
- [17] Pires, João; Aulas Teóricas, Capítulo 1, Redes de Telecomunicações; Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores; Instituto Superior Técnico; 2011.
- [18] http://en.wikipedia.org/wiki/Ultra_High_Definition_Televisio_n.