

TELEVISÃO SOBRE PROTOCOLO INTERNET (IPTV)

Daniel Santos nº54535, Pedro Santos nº54552, Vitor Gomes nº54559

Instituto Superior Técnico

Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal

E-mail: daniel.s.santos@ist.utl.pt, pedroruics@ist.utl.pt, vitorgomes@gmail.com

RESUMO

Neste artigo abordar-se-á o serviço IPTV, começando pela motivação que levou ao seu aparecimento, passando pelos vários aspectos técnicos, modelos de negócio, e a sua proliferação no mercado Português. Relativamente à parte técnica do artigo iremos apresentar as soluções de codificação de vídeo e áudio, tal como soluções para as redes de acesso na qual o serviço é disponibilizado. Na apresentação dos modelos de negócio e do panorama Português em termos do serviço IPTV, procura-se evidenciar a relação de QoS do serviço IPTV comparativamente com os outros serviços. Procuramos também dar uma perspectiva geral da evolução futura da tecnologia discutida em termos de números de utilizadores e tecnologias aplicadas.

Palavras-Chave— IPTV, MPEG-2, MPEG-4, Digital Television, Fibra Óptica, QoS, QoS

1. INTRODUÇÃO

1.1. Motivação

Estamos actualmente a presenciar uma mudança no conceito de televisão, tanto ao nível dos serviços fornecidos como ao nível das experiências percebidas pelo utilizador. A crescente expansão da internet tem vindo a revolucionar o mundo do audiovisual e multimédia. A possibilidade de difusão de informação a uma escala mundial proporcionada pela internet tem revolucionado várias áreas e a televisão não se encontra alheia a esta mudança.

A televisão analógica está gradualmente a ser substituída pela digital e o mais recente e talvez mais emocionante método de transmissão é designado por Televisão sobre IP ou IPTV. A IPTV consiste na transmissão de televisão sobre uma rede de telecomunicações baseada no protocolo IP (*Internet Protocol*). A grande atracção deste novo serviço de televisão é a interactividade impulsionada pela rede IP, que permite ao utilizador uma maior interacção.

Ao contrário dos sistemas de TV convencional em que o sinal é recebido por antena ou por cabo, neste sistema de transmissão de TV digital sobre IP, o sinal é recebido através da Internet, e decodificado numa *set-top box* (STP) antes de ser reproduzido no televisor.

O conceito começa agora a apresentar-se de forma mais veemente pois a tecnologia tem vindo a atingir níveis de qualidade de serviço (QoS) bastante satisfatórios devido à evolução das larguras de banda disponíveis no acesso e também devidos a melhorias nas técnicas de compressão (áudio/vídeo).

A IPTV apresenta-se assim como uma tecnologia orientada ao utilizador, deixando este de estar limitado aos conteúdos disponibilizados em tempo real devido à interactividade que se estabelece.

1.2. Contextualização Histórica

A televisão transmitida através da internet não é um conceito recente uma vez que a primeira emissão feita neste formato foi em 1994 pela ABC's World News Now.

O termo IPTV surge em 1995 com a fundação da Precept Software por Judith Estrin e Bill Carrico. Esta empresa foi adquirida em 1998 pela Cisco Systems, que detém nos dias correntes a marca IPTV.

No ano 2000, várias marcas começaram a planear serviços em IPTV sobre ADSL e apenas em 2006 a IPTV chegou a Portugal pela Clix e um ano mais tarde pela PT Comunicações. Actualmente também a ZON Multimédia e a Vodafone apresentam ofertas de IPTV pelo que a concorrência no mercado nacional tem vindo a aumentar.

1.3. WebTV vs IPTV

Muitas pessoas tendem a confundir IPTV com WebTV. Entre estas não existe qualquer tipo de relação, sendo as suas principais diferenças listadas em seguida:

- Plataformas diferentes;
- Alcance Geográfico;
- Propriedade da infra-estrutura da rede;
- Mecanismo de acesso;
- Custos;
- Metodologias de generalização de conteúdos.

2. ARQUITECTURA DE REDE

A IPTV é o resultado da evolução de várias tecnologias, tanto a nível de compressão e codificação de dados (áudio e vídeo), como a nível das redes de transporte.

Pode afirmar-se que tipicamente, uma rede IPTV divide-se em 3 blocos:

- Cabeça de rede
- Transporte
- Casa do cliente

Um exemplo de uma arquitectura para uma rede IPTV, encontra-se representado na *Figura 1*.

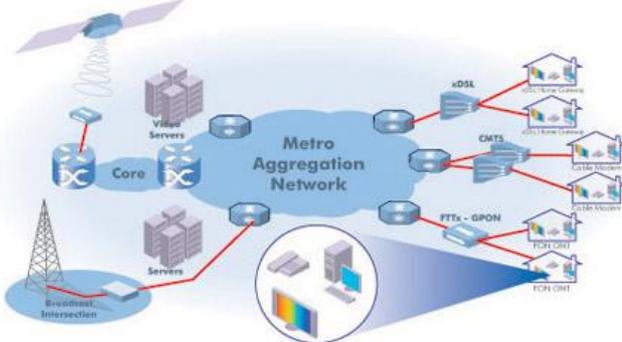


Figura 1 – Exemplo de arquitectura de rede IPTV [1].

2.1. Cabeça de Rede

A cabeça de rede é um ponto importante arquitectura IPTV, pois tem como função adquirir todo o conteúdo audiovisual proveniente de várias fontes (via satélite, cabo, terrestre ou ainda por fibra óptica) de forma a serem preparados para a sua distribuição na rede. O *head-end* procede então à codificação de cada um dos canais, usando um codificador de áudio e vídeo (MPEG-2 ou MPEG-4/H.264), encapsulando em pacotes IP (usando por exemplo o protocolo RTP sobre o UDP), para que conteúdo seja distribuído na rede.

Outras definições, podem dividir a arquitectura de rede IPTV em 4 blocos, contudo conceptualmente está-se presente a mesma rede. O bloco extra resulta da subdivisão da cabeça de rede em 2 blocos distintos, prestação/distribuição de conteúdos e prestação de serviços. Tem-se então, a nível da cabeça de rede, três entidades envolvidas:

Prestadores de conteúdos – entidades responsáveis pela criação original dos conteúdos. As empresas integradas neste segmento são, estúdios de cinema, gravadoras, empresas de produção de TV e emissoras.

Distribuidores de conteúdos – Em vez das operadoras lidarem directamente com os distribuidores de conteúdos, de modo a pouparem tempo, muitas operadoras de IPTV estão a recorrer a este tipo de distribuidores. Estes são responsáveis por agregar e a preparar o conteúdo de modo a poder ser transmitido em redes IPTV, simplificando todo o processo de licenciamento.

Prestadores de serviços – entidade que fornece os serviços de IPTV aos clientes.

É na cabeça de rede que se procede à compressão e codificação de conteúdos, e ao encapsulamento destes de modo a poderem ser enviados através da rede de transporte. A tecnologia associada a estas técnicas será descrita no *Capítulo 3*.

2.2. Transporte

O bloco da rede correspondente ao transporte, ou *middleware*, tem como função interligar todos os outros componentes do lado do operador e ainda ferramentas de monitorização, gestão de conteúdos e de clientes entre outras. Neste, estão definidos os serviços, canais e conteúdos para os clientes. É fundamental então nesta arquitectura cliente servidor (STB e o Head-End), pois o *middleware* define a forma como o cliente interage com os serviços disponibilizados, como por exemplo o EPG, o VoD e todos os serviços de pay-per-view incluídos.

No que diz respeito ao transporte dos dados desde os prestadores de serviços até casa dos clientes, pode dividir-se este bloco em duas camadas distintas, a rede de transporte e a rede de acesso.

2.2.1. Rede de Transporte:

O método através do qual se realiza o transporte dos pacotes, sejam estes de áudio, vídeo, voz ou dados, é o mesmo. O mecanismo de transporte utilizado designa-se de MPLS (Multi Protocol Label Switching). Este opera numa camada OSI, intermediária à camada de Enlace (Camada 2) e à camada de Rede (Camada 3). Esta solução permite o transporte de dados para aplicações baseadas tanto em CP (Comutação de Pacotes), como em CC (Comutação de Circuitos). Permite ainda, que através da mesma rede se transporte vários tipos de tráfego, como pacotes ATM, IP, SONET e frames Ethernet. Tal como o nome indica, no caso da IPTV, nesta rede são transportados pacotes IP.

2.2.2. Rede de Acesso:

Rede pertencente ao fornecedor de serviços ou operador e responsável pela distribuição dos conteúdos pelos subscritores dos serviços. No que diz respeito às redes de acesso, existem várias tipologias de rede possíveis e consequentemente, vários tipos de tecnologias associados. Estes serão descritos no *Capítulo 4*.

2.2.1.3. Métodos de entrega do serviço:

Existem 3 formas básicas através das quais se podem entregar conteúdos de vídeo numa rede IP:

- Transferência de ficheiros;
- Difusão (Broadcast);
- Vídeo on demand (VoD).

O primeiro método é impraticável no que diz respeito a serviços IPTV pois não permite que os conteúdos sejam visionados em tempo real. Isto deve-se ao facto de, na transferência de ficheiros, ser necessário que todo o ficheiro seja descarregado antes de poder ser utilizado. São então os dois últimos métodos os utilizados na IPTV. A difusão é aplicada na emissão em directo de canais de televisão enquanto o VoD é utilizado quando o utilizador deseja ver um vídeo armazenado na base de dados da operadora. Uma descrição mais detalhada é apresentada em seguida.

Difusão – quando são difundidos conteúdos de vídeo, a cada canal é atribuído um feed, permitindo assim à STB seleccionar o canal correspondente àquele que o subscritor

que a controla seleccionou. A ligação estabelecida entre a central e a STB é do tipo multicast, pois a central enviará o mesmo conteúdo para todas as STB's que o requisitarem. Video on Demand – responde a um pedido efectuado por uma STB. A resposta segue num fluxo de tramas unicast para o IP da STB que efectuou o pedido. Neste caso a ligação é do tipo um-para-um, ao contrário da difusão em que a ligação é de um-para-muitos. Na *Figura 2*, encontra-se um esquemático sobre as metodologias de entrega de serviços IPTV.

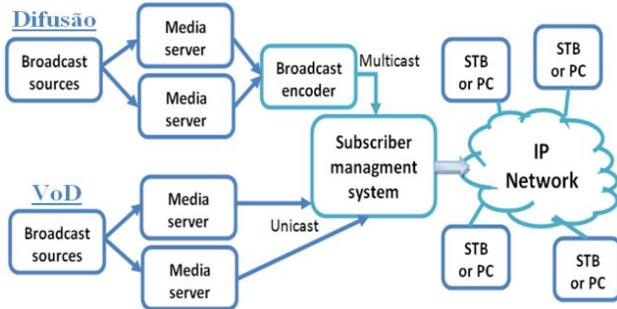


Figura 2 – Esquema representativo do método de entrega de serviços IPTV.

2.3. Casa do Cliente

Para o cliente, o importante é a QoE (Qualidade de Experiência) e a QoS que este obtém do serviço contratado e não o meio como este chega a sua casa.

Nesta camada, procede-se à separação e emissão dos diversos serviços pela casa. Em termos tecnológicos, no *Capítulo 5*, este tema será novamente abordado especificando quais as funcionalidades a que se tem acesso e o que se pode esperar dum serviço IPTV.

3. TECNOLOGIAS: COMPRESSÃO/CODIFICAÇÃO

O IPTV lida com limitações em termos de rede, pelo que é necessário ter ferramentas de codificação/compressão. Essas ferramentas são as normas de codificação que conseguem reduzir a largura de banda ocupada pelos conteúdos de vídeos, conseguindo qualidade elevada de vídeo e áudio, ou seja, sem alterar o prazer do utilizador em usufruir de tal serviço. Como tecnologia end-to-end, os codificadores encontram-se no *head-end* enquanto que os descodificadores encontram-se no lado do cliente, ou sejam nas STB.

Para o Codificador de Vídeo, ferramenta de codificação/compressão, esta irá actuar sobre o sinal de vídeo que é considerado como uma sequência de imagens no tempo (25 imagens/s na Europa e 30 imagens/s nos EUA). Cada imagem está dividida em pixéis, que por sua vez organizam-se em linhas e colunas, tendo cada um desses pixéis associado valores de luminância e de crominâncias. Também é preciso ter-se noção de Resolução, e esta é definida pela quantidade de linhas e de colunas, que por sua vez implica um maior ou menor número de pixéis. Na figura seguinte compara-se os diferentes tipos de Resolução de Vídeo.

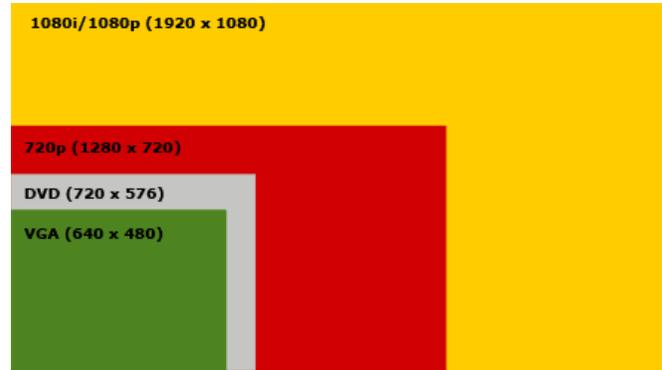


Figura 3 – Resoluções de vídeo.

O IPTV oferece canais de diferentes resoluções entre as quais a Standard (SDTV, resolução 576×720) e alta definição (HDTV, resolução 720×1280 e 1080×1920).

Como referido anteriormente o problema da rede é ter capacidade para transmitir os conteúdos de elevada qualidade. Para se ter uma ideia de que débitos se tratam, calcula-se com auxílio da equação geral (1) o débito binário que é necessário para transportar os canais.

$$rb = \left(\frac{N^{\circ} \text{ médio bits de } Y}{FC_Y} + \frac{2 \times N^{\circ} \text{ médio bits de } C}{FC_C} \right) \times I \times A \quad (1)$$

Sendo FC_Y e FC_C respectivamente os factores de compressão da luminância e das crominâncias, I o número de imagens/s (25 imagens/s caso Europeu) e A a quantidade de bit/amostra (8 bits/amostra).

Para o caso de bits PCM, os factores de compressão são iguais a 1, pois é o exemplo em que cada amostra é codificada com 8bits, não fazendo uso de técnicas de codificação/compressão.

Tendo em atenção que, a resolução de um canal SDTV é 576×720 e que para um sinal HDTV se tem 1080×1920, considerando a resolução das crominâncias como sendo metade das colunas (4:2:2), tem-se para os vários casos os seguintes débitos binários: $r_b(\text{SDTV}) \approx 166 \text{ Mbit/s}$ e $r_b(\text{HDTV}) \approx 829 \text{ Mbit/s}$.

Como esperado os débitos são demasiado altos, o que origina um grande problema devido a incapacidade por parte das tecnologias de transporte existentes de transmitir tal informação.

Para resolver tal problema, a solução passa pela compressão. Para sinais de vídeo e áudio, a técnica de compressão mais usual é a compressão com perdas, uma vez que se pode explorar a redundância perceptiva (irrelevância), eliminando assim componentes que o sistema audiovisual humano não capta, tal como utilizar ferramentas que exploram tanto a redundância espacial e temporal.

As técnicas de compressão de vídeo mais usadas são o MPEG-2 (pertencente ao grupo MPEG – *Moving Picture Experts Group*, ISO), no qual se tem factores de compressão na ordem dos 40 e o H.264/AVC (resultante da fusão entre as normas MPEG-4 AVC da ISO e H.264 do ITU-T) conseguindo esta norma, um factor de compressão mínimo duas vezes superior ao obtido pelo MPEG-2.

Utilizando a fórmula (1) atrás descrita, chega-se à *Tabela 1* que espelha bem a capacidade de compressão de ambas as normas.

	PCM	MPEG-2	H.264/AVC
$r_b(\text{SDTV})$	≈ 166 Mbit/s	≈ 4 Mbit/s	≈ 2 Mbit/s
$r_b(\text{HDTV})$	≈ 829 Mbit/s	≈ 8 Mbit/s	≈ 4 Mbit/s

Tabela 1 – Comparação débitos binários necessários, consoante a qualidade da imagem em função dos diferentes codecs.

Em relação ao Codificador de Áudio e no que diz respeito ao áudio, a norma MPEG-2 é dividida em duas grandes partes [2]:

- **Áudio, (parte 3)** – Codifica 5 canais mais um canal de baixa frequência, com elevada qualidade, de 384 kbits/s ou menos por canal, usando os seguintes ritmos de amostragem: 16, 22.05 e 24 kHz; oferece compatibilidade com o MPEG-1.

- **Advanced Audio Coding (AAC), (parte 7)** – Deixa de ser compatível com o áudio do MPEG-1, aumentando o desempenho do ritmo de distorção – maior qualidade para o mesmo ritmo; codifica de 1 a 48 canais, com ritmos de amostragem de 8 a 96kHz.

Já para a norma MPEG-4 o codificador usa o Advanced Audio Coding (AAC) que apareceu associado ao MPEG-2 (parte 7).

4. TRANSPORTE

Tendo em conta a figura *Figura 1*, na estrutura da rede, antes da casa do utilizador é possível observar as três soluções tecnológicas que irão ser explicadas de seguida.

4.1. xDSL

Esta tecnologia tem como suporte a linha telefónica. Designa-se de xDSL, devido às evoluções que já sofreu. No que diz respeito à IPTV, utilizam-se duas destas evoluções, o ADSL2+ e o VDSL2. Através destes, tornou-se possível a integração de serviços de voz, vídeo (em *SD* e *HD*) e dados na linha telefónica.

A QoE neste tipo de serviço não é medida apenas com base na largura de banda da rede, que quando comparada com as soluções de cabo ou fibra é significativamente inferior. É a interação entre as várias camadas OSI.

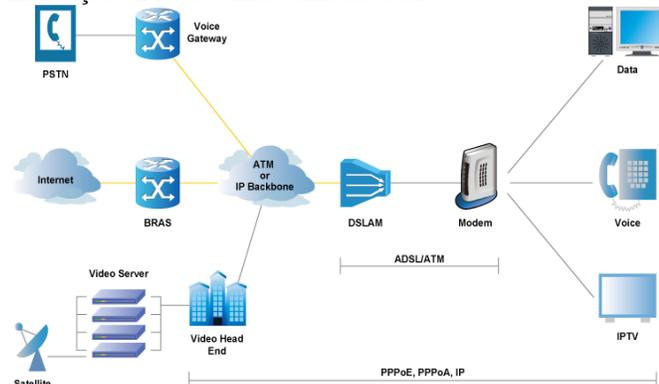


Figura 4 – Arquitetura de rede baseada em ADSL [2].

4.2. DOCSIS

Uma alternativa ao xDSL como meio de distribuição de conteúdos IPTV até casa dos subscritores é o cabo. Após a recepção dos conteúdos através de solução terrestre, satélite ou cabo, estes são distribuídos localmente recorrendo ao protocolo DOCSIS QAM.

A utilização de *splitters* em casa dos clientes, permite dividir o sinal por múltiplas TV's. Existem três formas dos fornecedores de IPTV prestarem o serviço aos seus clientes:

- CMTS (Cable Modem Termination System) – responsável pela entrega do stream IPTV.
- Moduladores QAM.
- Gateways baseados em QAM, com capacidade de encapsular conteúdos de vídeo digital em serviços orientados ao IP.

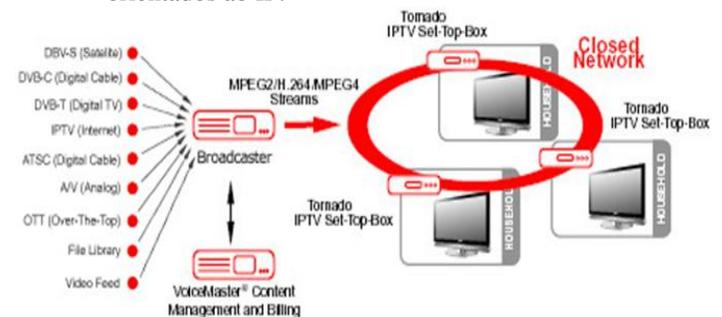


Figura 5- Arquitetura de rede IPTV através de cabo coaxial [4].

4.3. Fibra

Com o aparecimento da fibra óptica, passou a ser possível transportar grandes quantidades de dados, actualmente na ordem dos 10Gbit/s, numa única fibra. Em 26 de Novembro de 2010, a Portugal Telecom realizou pela primeira vez uma ligação em Portugal (entre Lisboa e Porto) com o débito binário de 100Gbit/s numa única fibra. Hoje em dia, devido à publicidade levada a cabo pelas operadoras, o consumidor associa a fibra óptica à IPTV.

Existem várias topologias possíveis de implementação de uma rede IPTV, tais como FTTC (fiber to the curb), FTTN (fiber to the node), FTTB (fiber to the building), FTTH (fiber to the home), entre outras. Na figura 1 é possível observar a relação entre a quantidade de fibra e cabos de cobre (coaxial ou par de cobre) que se utiliza em cada tipologia.

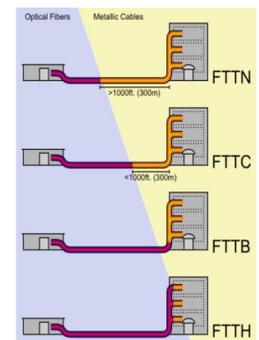


Figura 6 - Relação Fibra/Cobre presente em diferentes tipologias numa rede IPTV **Erro!**

Em Portugal são utilizadas duas tipologias.

FTTB – Tipologia de rede na qual a fibra óptica vai desde a central da operadora (central local ou, na designação anglo-saxónica, *central office*) até ao edifício onde é colocada uma ONU (Optical Network Unit). Desta, sai um cabo coaxial que irá ligar a cada uma das set-top-boxes (de agora em

diante designadas apenas por STB) dos subscritores presentes no edifício.

FTTH – Tipologia semelhante à FTTB, com a única diferença que nesta a fibra vai até casa do subscritor onde é colocada uma ONU.

A diferença entre FTTB e FTTH é agora fácil de perceber. Na primeira um subscritor partilha uma ONU com os vários outros subscritores que habitam no mesmo edifício, enquanto com FTTH cada subscritor tem um par ONU/STB só para si, com uma distância entre a ONU e a STB reduzida e reduzindo assim a atenuação do sinal (introduzida pelo cabo coaxial/par). Na figura 2 encontra-se um esquema de quatro topologias de rede, sendo que a FTTB e a FTTH estão representadas no esquema mais à direita.

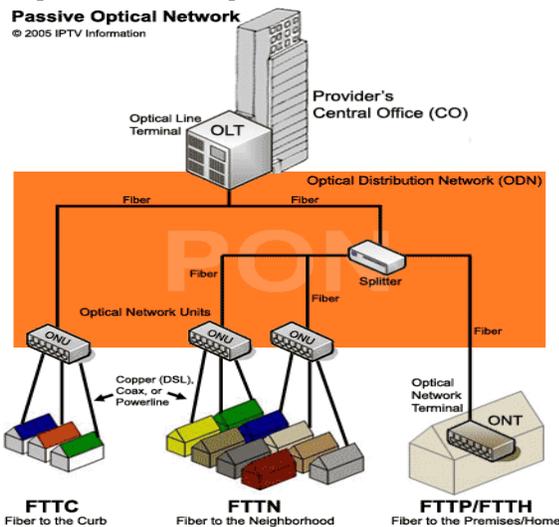


Figura 7 - Esquema representativo da ligação entre o Central Office e a casa do utilizador, através fibra óptica [6].

4.4. Protocolos de Internet em IPTV

O envio de dados através da internet é normalmente feito com recurso ao TCP ou UDP. Na tabela seguinte, são apresentadas as principais diferenças entre estes dois protocolos.

TCP	UDP
Fiável	Não fiável
Orientado à conexão	Não orientado à conexão
Retransmissão de segmentos e controlo de fluxo através de windowing	Sem windowing ou retransmissão
Sequenciamento de segmentos	Sem sequenciamento
Reconhecimento de segmentos recebidos	Sem reconhecimento da chegada de datagramas

Tabela 2 – Diferenças mais significativas entre os protocolos TCP e UDP [7].

No que diz respeito à IPTV, o protocolo escolhido por excelência é o UDP, pois mesmo não sendo fiável, devido à

sua simplicidade é o único que permite transmissão de conteúdos audiovisuais em tempo real. Por ser um protocolo não orientado à conexão, este não garante a ordem pela qual os pacotes chegam aos receptores. As tramas de transporte de MPEG-2 e MPEG-4 podem ser do tipo UDP/RAW ou UDP/RTP. No caso de UDP/RAW, várias condições de erro podem ser detectadas, incluindo:

- Mudança do destinatário;
- Falta de bits de sincronização;
- Tamanho incorrecto do pacote;
- Time-out;
- Jitter excessivo;
- Taxa de bits UDP imprópria;

Contudo, este protocolo por si só não garante o funcionamento da IPTV. Para tal, é necessário acrescentar o Real-time Transport Protocol (RTP) ao UDP. Este novo protocolo permite adicionar campos como *Timestamp* e *Sequence Number* ao UDP, garantindo assim o funcionamento do serviço. A adição deste protocolo ao UDP, aumenta o número de condições de detecção de erro às já existentes no UDP/RAW, sendo estas as seguintes:

- Identificação dos pacotes recebidos fora de ordem;
- Detecção de pacotes duplicados;
- Determinação da perda de pacotes;
- Determinação do tamanho incorrecto de pacotes;

Em conjunto com o RTP, pode utilizar-se o RTCP unicamente com o objectivo de controlo e obtenção de dados estatísticos sobre do funcionamento deste, não efectuando transporte de qualquer tipo de dados relativos aos conteúdos. O RTCP permite obter informação sobre os participantes na sessão e informação estatística, como o número de octetos transmitidos e a contagem de pacotes enviados, pacotes perdidos, *jitter* e atrasos. Uma aplicação pode fazer uso deste tipo de informação para controlar o nível da *Qualidade de Serviço* (QoS), por exemplo, através da limitação do fluxo ou utilização dum codec diferente.

5. TECNOLOGIAS: SERVIÇOS

5.1. Serviços

Uma vez que a interactividade é a principal característica deste serviço, espera-se que os serviços apresentados venham dar grande ênfase a este aspecto.

Começamos por referir que do lado do consumidor o aparelho que possibilita toda esta mecânica é uma STB. Através desta é possível ao utilizador aceder aos conteúdos e controlar o acesso a determinados conteúdos do sistema IPTV, tornando-o num sistema bidireccional.



5.1.1. Metadados

Metadados são informação que resumem, enriquecem ou complementam os objectos ou serviços referenciados, produzindo assim um potencial incremento de informação [8]. Em IPTV os metadados estão relacionados essencialmente com o guia de programação. Este guia permite navegar facilmente e aceder a conteúdos que de outra forma seriam complicados de aceder devido ao seu número elevado. Este guia permite não só a navegação de canais mas também o agendamento de gravações na memória interna da STB.

5.1.2. Time Shift TV

Esta funcionalidade permite ao utilizador pausar, avançar ou retroceder a emissão. Caso um utilizador ligue a TV a meio de um programa, esta funcionalidade permite também requisitar que o referido programa comece de início. Convém referir que a opção de avançar a emissão apenas se encontra presente em conteúdos previamente gravados na STB.

5.1.3. Network Personal Video Recorder

Trata-se de uma função avançada de gravação que permite ao utilizador pedir a gravação de programas à rede. Um exemplo prático será o do pedido por parte do utilizador da gravação de uma série e a rede automaticamente grava todos os episódios da temporada corrente sem o utilizador precisar de efectuar o pedido episódio a episódio.

5.1.4. Video on Demand (VoD)

Trata-se de um clube de vídeo virtual onde o utilizador acede a uma listagem de filmes disponíveis na rede e escolhe aquele que quer visionar. Este serviço é pós-pago e normalmente é apresentado na factura mensal do cliente.

5.1.5. Favoritos

Este serviço permite ao utilizador criar listas com os seus programas preferidos. Nesta lista podem constar programas da grelha normal de programação ou itens gravados. Esta lista permite ao utilizador fácil acesso aos seus programas de eleição e permite também um aviso por parte do fornecedor do serviço sempre que um destes programas esteja prestes a começar.

5.1.6. Jogos e Música

Será um serviço focado num público mais jovem onde o fornecedor disponibiliza uma série de jogos que o utilizador pode escolher e jogar em rede.

5.1.7. Videoconferência

Explorando as capacidades do protocolo IP, no qual assenta este sistema, os operadores poderão oferecer um serviço que cria uma sala virtual, onde os utilizadores, além de poderem comunicar entre si, terão a possibilidade de partilhar ficheiros (música, filmes, fotografias).

5.1.8. Publicidade

Num mundo onde a oferta de programas e canais é cada vez maior o conceito de publicidade tem de mudar. De modo a

captar a atenção dos espectadores a publicidade poderá começar a ser apresentada dentro dos programas. Com o serviço IPTV os operadores podem oferecer a possibilidade de por exemplo, ao visionar um produto, o espectador ter opção imediata de compra. Dado que em IPTV o utilizador envia informação ao fornecedor do serviço a publicidade pode também ser adequada aos gostos do utilizador.

5.2. Qualidade de Serviço

É fundamental que todos os serviços descritos apresentem um nível de qualidade satisfatório para o consumidor.

Deste modo devemos distinguir entre QoE e QoS. Enquanto que, o primeiro se foca na qualidade da experiência obtida com a utilização do serviço, o segundo foca-se na qualidade do ponto de vista da rede. Para a rede são importantes conceitos como perda de pacotes, atraso, jitter e largura de banda.

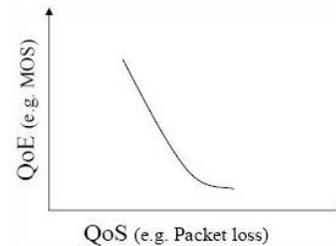


Figura 8 – Relação entre QoS e QoE

6. MODELO DE NEGÓCIO

Os fornecedores de internet viram na IPTV o serviço ideal para expandir os seus negócios. Assim nasceram pacotes de serviços como o *Triple Play*, o *Quadruple Play*, entre outros que combinam serviços de voz fixa/móvel, Internet fixa/móvel e também televisão [8]. Dada a competitividade do mercado, esta foi a solução encontrada pelos operadores para aumentarem as suas cotas de mercado e receitas, oferecendo aos clientes serviços bastante variados, e em constante evolução.

Com um sistema interactivo como a IPTV, os operadores criaram serviços, em que alguns tentaram aproximar o serviço de televisão equivalente ao serviço internet, como por exemplo consulta de notícias, ou até visualizar as suas contas do facebook ou twitter, e ainda serviços de entretenimento, como jogos e música, mas também serviços pagos como o *VoD* e ainda a compra de canais avulso ou conjuntos de canais temáticos para juntar aos pacotes de canais existentes disponíveis aos clientes quando subscrevem o serviço IPTV. Outros serviços que apareceram posteriormente como o *Digital Video Recorder (DVR)* serviço que permite a gravação de conteúdos em formato digital, para a qualquer altura serem acedidos, ou ainda o *Time Shifting* que tem como funcionalidade é permitir ao utilizador fazer *pause* ou *rewind* a programas transmitidos em directo [10].

A publicidade direccionada ao cliente é um modelo de negócio cada vez mais implementado pelas operadoras, que

consiste em analisar a informação inerente ao cliente como por exemplo canais e programas preferidos, género de filmes alugados e horário habitual de uso do sistema, que permite ao operador direccionar e vender com mais qualidade um serviço que agrade ao cliente.

A receita gerada pelos subscritores dos serviços é distribuída pelo operador e pelos fornecedores de conteúdos.

A IPTV apresenta modelos de negócios atractivos, e a prova disso é que o número de subscritores tem vindo a aumentar. (ver figura 1). Consequentemente, espera-se que a perspectiva de lucro que se espera que cresça mais que o número de subscritores, devido ao aumento do *Average Revenue Per User* (ARPU) [11].

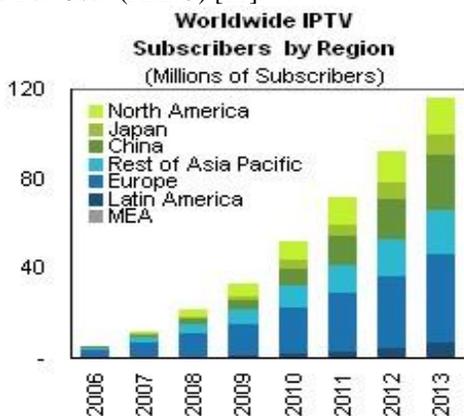


Figura 10 – Numero de subscritores mundial de serviço IPTV

7. IPTV NO CONTEXTO NACIONAL

De momento em Portugal existem quatro grandes operadores a fornecerem um serviço de IPTV. São eles a PT Comunicações (MEO), a Zon Multimedia (Iris), a Sonaecom (Optimus Clix) e Vodafone (Vodafone Casa).



O serviço Clix foi pioneiro em Portugal tendo surgido como o primeiro a apresentar televisão digital e home vídeo sobre um serviço IP em Abril de 2006. De referir que a Clix distribui os seus serviços fazendo tanto uso de ADSL como fibra óptica.

Em Junho de 2007 a PT lança o serviço MEO que disponibiliza conteúdos televisivos através de quatro plataformas: rede ADSL (IPTV), fibra óptica (IPTV), satélite e rede 3G.

Em Julho de 2009 a Vodafone lança também um serviço de televisão digital designado por Vodafone Casa. Este serviço opera unicamente sobre a rede ADSL.

O último dos quatro operadores referidos a entrar no mercado da IPTV foi a Zon Multimédia. Apesar de já

possuir um serviço triple play de longa data, só recentemente com a plataforma IRIS a Zon entrou na competição do mercado IPTV.

8. EVOLUÇÕES FUTURAS

Começamos por fazer uso das palavras de Laurie Gonzalez, directora de marketing do *Broadband Forum*, quando revelou que o número de utilizadores mundiais de IPTV subiu 34.65% este ano. Segundo ela espera-se ainda atingir a meta dos 50 milhões de utilizadores no fim deste ano. De momento na Europa existem cerca de 20.72 milhões de subscritores, o que representa 46% do total mas espera-se que a Ásia, região onde existem já 16.37 milhões de subscritores, venha a suplantat a Europa até mesmo ainda no ano corrente.

Vemos então que o enorme crescimento e interesse nos serviços de IPTV ao longo dos últimos anos, é uma tendência a continuar. Mundialmente, os prestadores de serviços vêem o IPTV como uma área de crescimento importante, levando-os a aumentar significativamente os investimentos nesta área para promover novas opções de programação e de conteúdos. É no entanto necessária uma uniformização da arquitectura da rede IPTV para o aumento da interoperabilidade.

No plano tecnológico espera-se que as tecnologias FTTH venham a suplantat as baseadas no DSL, devido às funcionalidades que permitem implementar nomeadamente as larguras de banda muito elevadas. Em relação às tecnologias de compressão espera-se que a norma H.264/AVC venha a suplantat a norma MPEG2 embora esta não possa ser totalmente extinta para permitir o funcionamento de Set Top Boxes mais antigas [12].

No que diz respeito à qualidade de imagem obtida num serviço IPTV, tem-se cada vez mais acesso a conteúdos em alta definição (HD). Contudo, já foram realizadas demonstrações de soluções de televisão de ultra-alta definição (Ultra High Definition Television – UHDTV), sendo que a primeira demonstração data de Setembro de 2003. Este é um novo formato de vídeo que permite obter resoluções de 7680x4320 pixéis (33 milhões de pixéis). Quando comparado com a solução HDTV, a UHDTV ocupa 4 vezes mais largura de banda, as imagens têm 4 vezes a altura de imagens HDTV e possuem 16 vezes mais pixéis. A UHDTV vai ser lançada em dois formatos distintos, sendo que o primeiro, designado de UHDTV1, terá apenas 4 vezes mais resolução que a HDTV. Na sua versão final, o UHDTV2, terá então 16 vezes mais pixéis que o formato HDTV e 4 vezes mais que a sua versão anterior [13]. Devido a problemas de ordem técnica, nomeadamente, devido a problemas de armazenamento e transmissão deste tipo de formato, espera-se que o sistema seja implementado entre 2016 e 2020 [14].

9. AGRADECIMENTOS

Agradece-se ao Professor Fernando Pereira, docente da disciplina de Comunicação Áudio e Vídeo, no Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, pela disponibilidade no esclarecimento de dúvidas na fase inicial do projecto e pelo empenho do mesmo na exposição dos temas abordados neste trabalho.

10. REFERÊNCIAS

- [1] Triple Play – IPTV; diversifeye.shenick.com; URL: http://diversifeye.shenick.com/show_product_page.php?id=1020
- [2] PEREIRA, Fernando; Televisão Digital; Apresentações da disciplina Comunicação de Áudio e Vídeo, 2010/2011; URL: http://amalia.img.lx.it.pt/~fp/cav/ano2010_2011/Slides%202011/CAV_8_Digital_TV_2011_Web.pdf
- [3] ROCHE, Jeremy; Apple and TV: a happy marriage?; www.cnet.com.au; 23-05-2011; URL: <http://www.cnet.com.au/apple-and-tv-a-happy-marriage-339274268.htm>
- [4] IPTV solutions for cable operators and ISPs; www.sysmaster.com; 24-05-2011; URL: http://www.sysmaster.com/solutions/iptv_cable_isp_solution.php
- [5] Fiber to the x; wikipedia.org; 24-05-2011; URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Fiber_to_the_x
- [6] Fiber to the curbe (FTTC); iptvinformation.net; 24-05-2011; URL: <http://www.iptvinformation.net/CategoryView,category,FTTC.aspx>
- [7] Portas TCP e UDP; wordpress.com; 24-05-2011; URL: <http://desmontacia.wordpress.com/2009/04/17/35/>
- [8] Relevância para Bibliotecas e Organizações Relacionadas; metadados.bn.pt; 24-05-2011; URL: <http://metadados.bn.pt/index.html>
- [9] ZAPATER, Márcio; O que é IPTV (Laura Benk); blogspot.com; 24-05-2011; URL: <http://jobvisual.blogspot.com/2007/11/o-que-iptv-laura-benck.html>
- [10] Markets; wikipedia.org; 24-05-2011; URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/IPTV#Markets>
- [11] RATLIFF, Lee; IPTV Grows for Telcos in Face of Economic Downturn; isuppli.com; 24-05-2011; URL: <http://www.isuppli.com/home-and-consumer-electronics/marketwatch/pages/subscribers-to-reach-115-6-million-with-revenue-topping-58-billion-by-2013.aspx>
- [12] STOTT, Jane; Global IPTV subscribers to hit 50m this year; digitaltvselector.com; 24-05-2011; URL: <http://www.digitaltvselector.com/global-iptv-subscribers-to-hit-50m-this-year/2011/03/>
- [13] Ultra High Definition Television; wikipedia.org; 25-05-2011; URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Ultra_High_Definition_Television
- [14] Ultra HD to arrive in two stages, says EBU; iptv-news.com; 25-05-2011; URL: http://www.iptv-news.com/iptv_news/april_2011_2/ultra_hd_to_arrive_in_two_stages,_says_ebu
- [15] IPTV Explained; 24-05-2011; iec.org; URL: http://www.iec.org/newsletter/jan07_2/broadband_1.html
- [16] HELD, Gilbert. Understanding IPTV; Auerbach Publications, 2006; ISBN: 0-08493-7415-4
- [17] GERALD, O'Driscoll; Next Generation IPTV Services and Technologies; Wiley, 2008; ISBN: 978-0-470-16372-6
- [18] IPTV Focus Group Proceedings; ITU-T, 2008; URL: <http://www.itu.int/pub/T-PROC-IPTVFG-2008>



Daniel Santos nasceu em Lisboa no dia 26 de Setembro de 1985. Aluno de Engenharia Electrotécnica e Computadores, no Instituto Superior Técnico. Tendo como ramo principal Telecomunicações, actualmente encontra-se a finalizar as disciplinas de mestrado referentes a este, de modo a poder avançar para a tese.
E-mail: daniel.s.santos@ist.utl.pt



Pedro Santos nasceu em Lisboa no dia 19 de Dezembro de 1985. Aluno de Engenharia Electrotécnica e de Computadores, ingressou no Instituto Superior Técnico em 2003. Em 2007 mudou de curso dentro da mesma instituição, ficando assim com frequência nos dois primeiros anos de Engenharia Biomédica. Tendo como ramo principal Telecomunicações, actualmente encontra-se a finalizar as disciplinas de mestrado referentes a este, de modo a poder avançar para a tese.
E-mail: pedroruics@ist.utl.pt



Vitor Gomes nasceu em Lisboa no dia 23 de Março de 1985. Aluno de Engenharia Electrotécnica e Computadores, no Instituto Superior Técnico. Tendo como ramo principal Telecomunicações, actualmente encontra-se a finalizar as disciplinas de mestrado referentes a este, de modo a poder avançar para a tese.
E-mail: vitorgomes@gmail.com