

BLU-RAY

José Madureira, nº 63167
Tiago Barata, nº 63193
Tiago Barbosa, nº 63199

Instituto Superior Técnico
Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal
E-mail: {jose.madureira, tiago.barata, tiago.barbosa }@ist.utl.pt

RESUMO

Neste artigo pretendemos falar sobre o formato Blu-ray. O objectivo do artigo é abordar a sua história e os seus aspectos técnicos deste formato, abordando o máximo de tópicos mas sem entrar em aspectos muito técnicos do formato.

Ao logo do artigo os tópicos abordados no artigo são a origem do formato e o seu desenvolvimento, as suas características técnicas, tais como as características físicas dos leitores e dos discos, capacidade e codecs, o DVD e a disputa pela sua sucessão com o HD-DVD, os preços, aspectos legais e de segurança e por fim abordaremos as perspectivas futuras do formato e as tendências de mercado actuais.

1. INTRODUÇÃO

No início do Século XXI o aparecimento dos primeiros televisores de Alta-Definição (HD), isto levou ao aumento das exigências tanto dos utilizadores como dos produtores de conteúdos. Estas exigências eram o aumento da capacidade de armazenamento de dados e o aumento da resolução dos vídeos (o DVD tinha resolução máxima 720x480px) levaram à necessidade de evoluir o suporte óptico do formato e assim surgiram vários novos formatos de disco óptico, entre os quais o Blu-ray.

O nome Blu-ray apareceu a partir da cor “azul” do raio laser pois “blue ray” significa “raio azul” em inglês. Apesar de se chamar “raio azul” o seu comprimento de onda situa-se na zona entre o violeta e o azul. A letra “e” da palavra “blue” foi eliminada devido ao facto de em alguns países não se poder registar, para um nome comercial, uma palavra que fosse comum.[1]

2. ORIGEM E DESENVOLVIMENTO

Tal como foi referido o Blu-ray surgiu da necessidade de um novo formato que suportasse a necessidade de armazenamento de dados e de resolução de vídeo.

O primeiro protótipo de Blu-ray foi desenvolvido pela Sony no ano 2000.

Em Fevereiro de 2002, foi finalmente anunciada a criação do disco Blu-ray. Foi também criada a associação “Blu-ray Disc Founders” (BDF) por algumas das grandes companhias do sector como a Sony, Philips ou Panasonic. Dois anos mais tarde o nome mudou para “Blu-ray Disc Association” (BDA) e foi nessa altura que as especificações do Blu-ray foram concluídas.



Figura 1: logotipo do Blu-ray

Já em 2006, as especificações do BD-ROM foram finalizadas e foi nessa altura que os leitores Blu-ray chegaram ao mercado.

Mais tarde houve uma grande competição com o HD DVD que será abordada mais à frente no artigo. [1]

DVD E DISPUTA COM O HD-DVD

1. DVD

O DVD (Digital Versatile Disc) é o formato de armazenamento digital de vídeo, jogos, áudio e dados. Este formato veio substituir o CD no armazenamento de jogos e dados e o VHS no vídeo, o que significou neste caso a mudança do formato analógico para o formato digital.

O seu desenvolvimento foi feito DVD Consortium (em 2007 mudou de nome para DVD Forum) que surgiu de uma aliança de formatos entre as empresas que formavam a SD Alliance (Hitachi, Panasoni, Mitsubishi, JVC, Pioneer, Thomson e Toshiba) que desenvolviam o SD (Super Disc) e a Sony e Philips que desenvolviam o MMCD (Multimedia CD).

Com o consenso alcançado em relação ao novo formato começaram a surgir no início de 1996 os primeiros anúncios para os seus lançamentos das empresas para o lançamento dos seus primeiros leitores. No dia 1 de Novembro desse ano seriam lançados no Japão os primeiros leitores de DVD pela Toshiba e pela Panasonic.

Este novo formato era bastante vantajoso para os produtores de filmes por causa do CSS (Content Scramble System) que é um sistema de encriptação de dados e que assim impedia utilizações não autorizadas dos DVD's tais como a sua cópia ou a reprodução não autorizada (por um leitor de outra região).

Depois de ultrapassada a fase de implantação do novo formato o DVD finalmente ultrapassou o VHS em vendas de títulos no início do século XXI. [1]

2. BLU-RAY VS HD DVD



Figura 2:

No início do novo século, quando o DVD já tinha ultrapassado o VHS em vendas, com a necessidade de armazenamento de vídeo de alta definição, logo de uma maior quantidade de dados as empresas começaram o desenvolvimento de novos formatos de armazenamento óptico de alta densidade. Os dois formatos que disputaram a sucessão do DVD foram desenvolvidos por grupos idênticos aos que se tinham aliado no desenvolvimento do DVD. De um lado estavam novamente a Sony e a Philips lideravam o grupo de empresas que desde 2000 desenvolviam um novo formato (inicialmente UDO e mais tarde Blu-ray) chamado Blu-ray Disc Association e do outro lado estava o DVD Forum liderado pela Toshiba e que desenvolvia o HD DVD.

Para além destes acima citados também havia outros candidatos à “sucessão” do DVD, eles eram: Blue-HD-DVD-1 e Blue-HD-DVD-2 desenvolvidos pela AOSRA (Advanced Optical Storage Research Alliance) e o WMV HD desenvolvido pela Microsoft mas desde cedo se percebeu que a disputa era entre o Blu-ray e o HD DVD

devido às empresas envolvidas no desenvolvimento e as características técnicas apresentadas.

Tal como sucedera anteriormente com o DVD, e com o objectivo de evitar uma guerra de formatos as duas associações (BDA e DVD Forum) tentaram uniformizar os dois formatos mas as diferenças em relação à plataforma de interactividade (a BDA queria utilizar a plataforma BD-J e o DVD Forum queria usar a plataforma iHD da Microsoft) e o formato físico dos discos foram entraves à aliança e levou à “guerra” entre os dois formatos.

Os dois formatos coincidiam em várias características, tais como o comprimento de onda do laser usado e a maioria dos codecs suportados, sendo que as principais características diferenciadoras entre os dois formatos eram a referida atrás plataforma de interactividade, a capacidade de armazenamento dos discos (o HD-DVD apresentava uma capacidade de 15 GB contra os 25GB do Blu-ray, isto apenas referente a discos de uma camada).

Na decisão do formato que iria prevalecer era muito importante eram os apoios dos estúdios de cinema. Neste aspecto os dois formatos estavam “empatados” em 2005, quando os grandes estúdios de cinema estavam divididos entre os dois formatos ou anunciavam que lançariam os filmes nos dois formatos.

Foram determinantes para a vitória Blu-ray o lançamento da consola Playstation 3 da Sony com o suporte Blu-ray e decisão da Warner Bros em Janeiro de 2008 de deixar de apoiar o HD DVD e apoiar exclusivamente o Blu-ray, decisão que foi seguida pela New Line Cinema e por várias cadeias de vendas dos Estados Unidos que anunciaram que deixariam de vender leitores de HD DVD.

Em Fevereiro de 2008 a Toshiba anunciou que deixaria de desenvolver o HD DVD entregando assim a vitória final ao Blu-ray. [1][6]

3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E CAPACIDADE

O Blu-ray é um formato de disco óptico de tamanho semelhante ao DVD e ao CD com cerca de 12cm de diâmetro, 1,2mm de espessura, peso entre 13g e 17g e que é utilizado principalmente para gravar e reproduzir conteúdos de vídeo de alta definição e também armazenar grandes quantidades de informação. Um disco Blu-ray possui cerca de 25GB de capacidade de armazenamento de informação por camada. Actualmente existem dois tipos de discos Blu-ray principais de acordo com a sua capacidade de armazenamento: o disco de camada simples que tem capacidade de armazenamento de cerca de 25GB e o disco de camada dupla que tem capacidade de armazenamento de cerca de 50GB [3].

Um disco Blu-ray de camada dupla (dual layer) consegue reproduzir mais de 9 horas de vídeo em alta definição (HD, high definition) e cerca de 23 horas de

vídeo em definição padrão (SD, standard definition). A resolução máxima vídeo suportada pelo disco Blu-ray é 1920x1080 (full HD). [1]

A velocidade padrão definida de acordo com a especificação Blu-ray é 36Mbit/s (1x velocidade) quando se refere a dados, passando para 54Mbit/s (1,5x velocidade padrão) quando se trata de áudio e vídeo. Os leitores e gravadores Blu-ray actuais suportam máximas velocidades de leitura e escrita de 12x a velocidade padrão sendo 8x a velocidade padrão o valor mais comum no mercado.

Para se fazer a escrita e leitura de dados é utilizado um laser díodo de nitreto de gálio que emite radiação no comprimento de onda $\lambda=405\text{nm}$ (zona na transição do azul para o violeta no espectro electromagnético), o que possibilita uma maior capacidade de armazenamento no mesmo espaço físico do disco comparativamente com o DVD que utiliza para escrita e leitura de dados um laser que emite no comprimento de onda $\lambda=650\text{nm}$ (zona vermelha do espectro electromagnético). Um disco Blu-ray consegue armazenar cerca de 5 vezes mais informação que o DVD e cerca de 35 vezes mais que o CD. [1]

Os discos Blu-ray são mais sensíveis a riscos do que os DVDs devido a facto da localização da camada de informação se encontrar mais perto da superfície do disco, cerca de 0,1mm. Para contornar este problema, ao início eram utilizadas caixas de segurança mas este tipo de solução encarecia ainda mais o produto. Mais tarde foi criada uma nova tecnologia de protecção chamada hard coating que consiste na aplicação de uma camada de protecção na superfície do disco Blu-ray. A TDK foi a primeira empresa a utilizar esta tecnologia nos discos Blu-ray. [7][11]

Existe uma variante aos discos Blu-ray convencionais chamada mini Blu-ray que como o nome indica são discos de tamanho físico inferior ao disco Blu-ray convencional que têm cerca de 8.5 cm de diâmetro e que pesam entre 5g e 8g. O conceito é semelhante ao dos mini DVD e mini CD. A capacidade de armazenamento dos discos mini Blu-ray é de cerca de 7.5GB com camada simples e 15GB com camada dupla. Nas suas versões graváveis (formatos BD-R e BD-RE) são usados em câmaras de filmar e outros dispositivos gravadores compactos.

3.2. FORMATOS

Existem três formatos principais de discos Blu-ray [3]:

- **BD-ROM** – Formato que possibilita apenas a leitura da informação contida no disco. Este formato é mais usado em filmes, jogos, antivírus e todo o tipo de software comercial.
- **BD-R** – Formato que possibilita a gravação de dados para além da leitura. Normalmente este tipo de discos não trazem qualquer conteúdo de origem e podem ser comprados em pacotes de vários discos cada em diversas lojas de informática.

- **BD-RE** – Formato que possibilita múltiplas gravações de dados para além da leitura. Tal como os discos BD-R, este tipo de discos não trazem qualquer conteúdo de origem e podem ser comprados em pacotes de vários discos cada em diversas lojas de informática.



Figura 3: Disco BD-RE [2]

3.3. CODECS

Os leitores Blu-ray têm vários tipos de codecs áudio e vídeo suportados.

Codecs vídeo:

- **MPEG-2** – Formato de compressão vídeo com perdas. Este codec vídeo foi muito importante no DVD. Actualmente com a existência do MPEG-4 AVC que possui melhores factores de compressão, o MPEG-2 não é tão usado.
- **MPEG-4 AVC** – Formato de compressão vídeo com perdas e que tem melhores factores de compressão comparativamente com o MPEG-2 (geralmente MPEG-4 AVC tem factores de compressão na ordem das duas vezes os factores do MPEG2). Inicialmente era destinado a vídeos de baixo bitrate. Também conhecido como H.264 parte 10.
- **SMPTE VC-1** – Codec vídeo que foi lançado pela Microsoft e é a melhor alternativa aos codecs da família MPEG, em particular ao MPEG-4 AVC. É baseado no Windows Media Video 9 (WMV).

Codecs áudio:

- **Linear PCM** – Codec áudio sem perdas que suporta até 8 canais. Este formato ocupa muito espaço no disco uma vez que não apresenta compressão. O débito binário pode ir até cerca de 27,6Mbit/s.
- **Dolby Digital** - Formato de compressão áudio que usa 5 canais de som separados (canais esquerdo, direito e central frontais; canais esquerdo e direito traseiros) e um canal para os sons graves, o subwoofer. Este formato também é conhecido pela acronímico AC-3. O débito binário máximo suportado é 64kbit/s.

- DTS Digital Surround – suporta até 5 canais audio mais o subwoofer para os sons graves. O débito binário pode ir até cerca de 1,5Mbit/s.

- Dolby TrueHD - Formato de compressão áudio avançada sem perdas usado principalmente em alta definição para aplicações domésticas e que suporta até 8 canais áudio. Uma vez que é um formato sem perdas tem a mesma qualidade que o formato linear PCM mas com débitos binários mais baixos. Um problema deste formato é não apresentar débito binário constante. O débito binário pode ir até cerca de 18,6Mbit/s.

- Dolby Digital Plus – Versão melhorada do codec Dolby Digital que possui melhor qualidade de som para o mesmo débito binário. Este formato suporta até 7 canais áudio mais o subwoofer para os sons graves. Este formato também é conhecido pela acrónimo E-AC-3 (Enhanced AC-3). O débito binário pode ir até cerca de 4,7Mbit/s

- DTS-HD High Resolution Audio – Uma extensão do formato DTS Digital Surround que suporta até 7 canais mais o subwoofer para os sons graves. O débito binário máximo suportado é 6Mbit/s.

DTS-HD Master Audio – Formato de compressão sem perdas que suporta até 8 canais áudio. O débito binário pode ir até cerca de 24,5Mbit/s. [1][2][3]

4. ASPECTOS LEGAIS

O Blu-ray possui três formas de preservar os seus direitos digitais.

- BD+ - Esta componente do Blu-ray foi desenvolvida por uma companhia americana de criptografia situada no estado da Califórnia, a Cryptography Research Inc. Esta empresa aplicou o seu conceito “Self-Protecting Digital Content” como forma de prevenir as cópias não autorizadas dos discos Blu-ray e ainda a reprodução do seu conteúdo usando dispositivos que não fossem autorizados. Por exemplo, esta aplicação transforma a saída das componentes do vídeo e do áudio para que parte do conteúdo não seja visível se não tiver o BD+ para o “descodificar”. [1][2]
- Advanced Access Content System (AACS) - Foi criado para restringir o acesso e a cópia dos discos que vieram depois do DVD. Foi desenvolvido pela AACS Licensing Administrator (AACS LA), uma associação que inclui a Sony, Intel, Disney, Microsoft, IBM, Panasonic, Toshiba e Warner Bros. [1][2]
- BD-ROM Mark - É usado para impedir as cópias ilegais de discos Blu-ray. O BD-ROM Mark é um conjunto de dados que são necessários para aceder aos direitos de autor que são protegidos pela AACS.

Quando se faz uma cópia de um disco Blu-ray original, os dados do BD-ROM Mark não são

transferidos logo a cópia é ineleável nos aparelhos padrão de leitura. [1][2]

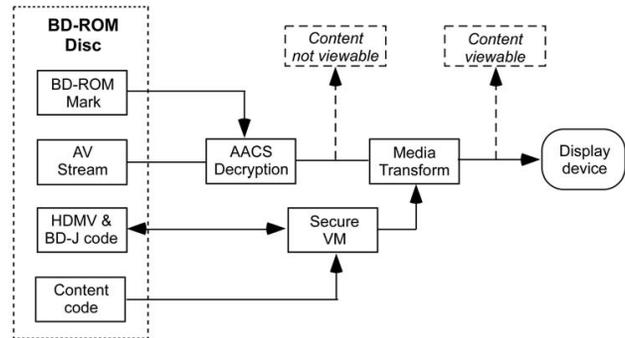


Figura 4: Sistema BD-ROM [1]

4. REGIÕES

Tal como já sucedia com o DVD, os leitores de discos Blu-ray vendidos numa região só podem reproduzir discos autorizados para uma determinada região. No caso do Blu-ray a divisão é em 3 regiões, bastante menos zonas do que sucedia com o DVD, que tinha 6 diferentes regiões.

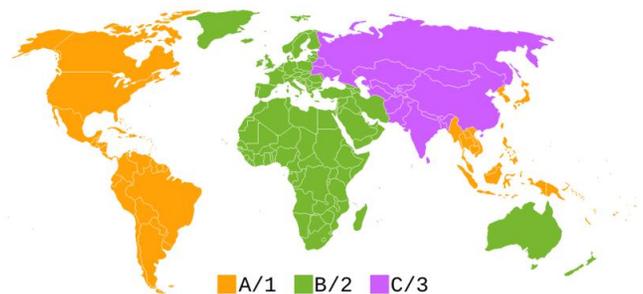


Figura 5: Mapa de regiões do Blu-ray [2]

Região A: América (excepto a Gronelândia) e o Este da Ásia (excepto a China e a Mongólia)

Região B: África, Oeste da Ásia, Europa (excepto a Rússia, Bielorrússia e Ucrânia), Austrália e Nova Zelândia

Região C: Ásia Central, China, Mongólia, Rússia, Ucrânia e Bielorrússia

Estes códigos de região existem para permitir aos estúdios de produção controlar melhor os lançamentos, os conteúdos e os preços em cada região, para além disso é uma forma de restringir a distribuição ilegal de discos.

O funcionamento dos códigos de região é feito da seguinte forma, cada disco contém informação das regiões em que pode ser reproduzido e o leitor verifica por software se é válido ou inválido para essa região.

Apesar da existência dos códigos de região alguns estúdios lançam todos ou alguns dos seus filmes “Region free” o que permite ser visualizado em todos os leitores de Blu-ray. [1][8]

5. MERCADO

5.1. PREÇOS

Apesar da excelente melhoria que houve em relação ao DVD nos aspectos da capacidade e qualidade de conteúdos que pode armazenar, o Blu-ray não teve um crescimento tão grande como se pensaria. A principal razão para o ainda baixo interesse dos consumidores é o preço elevado dos artigos de Blu-ray.

Os discos graváveis de 25GB custam cerca de 8€ e os regraváveis chegam aos 20€.

Quanto aos filmes em blu-ray, o seu preço em altura de lançamento ronda os 30€ contra os 20€, no máximo, que o mesmo filme custa em DVD.

Os leitores de Blu-ray têm um preço que varia entre os 80€ e os 200€, estes últimos já com a capacidade de leitura em 3D.

Percebe-se que com preços substancialmente superiores ao DVD e com a crise presente em todo o mundo, o Blu-ray terá uma tarefa muito difícil de conseguir suceder ao DVD tal como o este sucedeu ao VHS. [9][10]

5.2. VENDAS

Desde o seu lançamento que as vendas do Blu-ray têm aumentado progressivamente, apesar disso os números de vendas do Blu-ray comparativamente com as vendas do DVD estão a ser menores quando comparadas com as vendas do DVD em igual período depois do seu lançamento.

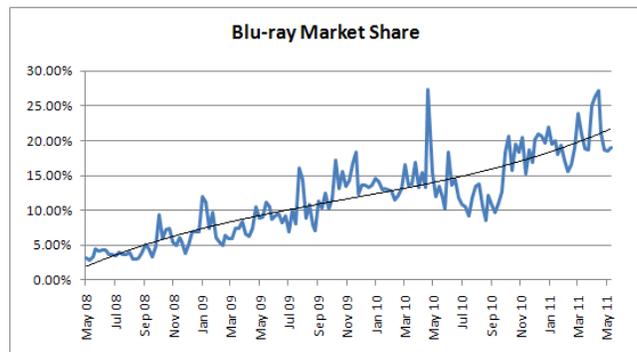


Figura 6: Evolução das vendas de títulos Blu-ray [5]

É nos EUA que o Blu-ray tem maior crescimento em número de vendas, sendo que desde o seu aparecimento foi nesse país que houve aceitação mais rápida por parte dos consumidores, pois é sabido que os americanos gostam de filmes e querem a melhor qualidade possível. É o que mostra a imagem abaixo, em que se percebe a diferença da percentagem de vendas do Blu-ray e o DVD em 2009 com a percentagem esperada para 2012, onde nos EUA se espera que este ano de 2012 o Blu-ray tenha tantas vendas como o DVD, algo que ainda precisará de mais um ou dois anos para acontecer na Europa Ocidental.

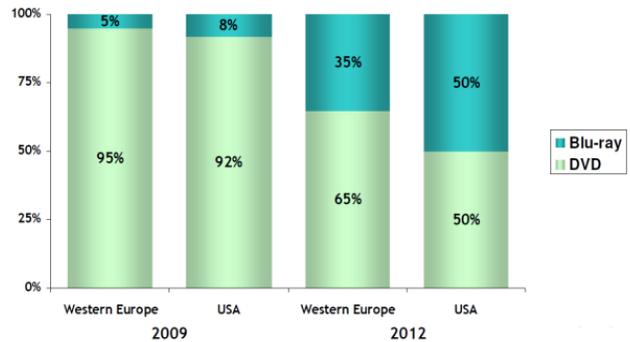


Figura 7: Vendas comparativas entre Blu-ray e DVD em 2009 e 2012

PERSPECTIVAS FUTURAS

TENDÊNCIAS DE MERCADO

As perspectivas actuais apontam para a continuação do crescimento constante das vendas do Blu-ray e num futuro próximo a ultrapassagem no número de vendas do DVD.

Apesar destas perspectivas positivas o Blu-ray enfrenta actualmente novos desafios, os serviços sem suporte físico estão em franco desenvolvimento com o aumento do número de filmes em Alta Definição disponíveis online e do aumento da quantidade e qualidade dos serviços de Video on Demand.

No entanto o Blu-ray tem a forte concorrência dos serviços de Video on Demand que estão neste momento em franco desenvolvimento e devido às suas vantagens económicas para o utilizador

Actualmente o Blu-ray consegue responder às exigências do mercado devido à grande capacidade de armazenamento e ao Blu-ray 3D que ainda tem uma grande margem de crescimento no futuro. No entanto a tendência é para aumentar a resolução dos televisores, fala-se actualmente em Ultra HD (7680x4320) e já se anuncia o lançamento dos primeiros televisores 4K (resolução 3840x2160). [2][14]

BLU-RAY 4K

Dada a constante necessidade de melhoramento da qualidade da imagem das televisões que temos em nossas casas, e depois de lançado o 3D há uns anos eis que a Sony apresentou o primeiro leitor Blu-ray com capacidade de reproduzir imagens com resolução 4K. Foi em Janeiro de 2012, na Consumer Electronics Show 2012 (CES 2012) que a Sony deu a conhecer este novo leitor que começa a chegar às lojas nas próximas semanas.

Este leitor de modelo BDP-S790 tem capacidade para gerar imagens de resolução 3840x2160 ou seja produz o dobro de resolução do actual Full-HD (1.920 x 1.080). Além disso é compatível com imagens 3D.

O lançamento deste novo tipo de leitor é o primeiro passo para o aparecimento “em massa” de equipamentos destas resoluções, pois no imediato a capacidade de converter qualquer conteúdo de alta resolução para vídeos em 4K tem pouca utilidade dado que ainda ninguém possui uma televisão que suporte essas resoluções elevadas.

Devido à sua conectividade Wi-Fi integrada, é compatível com o Skype e permite aceder aos conteúdos multimédia de Smart TV ou mesmo da Sony Entertainment Network.

Este modelo terá um preço base no mercado americano de 250 dólares.

Recentemente, durante o mês de Abril de 2012 a Toshiba lançou a primeira televisão com resolução 4K.

Para obter uma melhor performance na aplicação da resolução 4K, em 2013 será lançado um novo codec de vídeo, o H.265. Este codec também já conhecido como High Efficiency Video Coding (HEVC) substituirá o actual H.264. O novo codec permitirá o suporte a resoluções 4K e ainda à Ultra HDTV (8K).

Este novo codec oferecerá diversas melhorias na transmissão de dados e maior eficiência de streaming em comparação com o H.264. [12]

CONCLUSÃO

O Blu-ray é então a forma de armazenamento em disco de maior capacidade depois de ter ganho o mercado ao HD-DVD, tornando-se assim o sucessor do DVD. Este tipo de disco apresenta uma capacidade muito superior aos anteriores, indispensável à tecnologia de alta definição e mais recentemente com o aparecimento do 3D. Apesar do Blu-ray dominar todo o mercado de alta definição, seja em filmes ou jogos, não teve um crescimento tão grande em comparação aos primeiros anos do DVD no mercado. Isso deve-se em parte ao preço que, por exemplo, o consumidor tem de pagar por um filme em Blu-ray. Além disso, a maior parte dos utilizadores não o considera muito revolucionário em relação ao seu antecessor, o DVD. Outro factor que afecta as vendas é o aumento do acesso à internet no mundo, com a qual os utilizadores podem aceder a conteúdo de larga escala e de alta definição sem precisar de ter um grande número de discos.

O Blu-ray ficará vários anos como o grande suporte da alta definição permitindo aumentar cada vez mais as resoluções e qualidade dos filmes e outros conteúdos sem ocorrerem perdas. Poderão surgir nos próximos tempos novas tecnologias em alta definição mas tendo sempre como base o Blu-ray, tal como aconteceu com o Blu-ray 3D.

REFERÊNCIAS

[1] G. O. Young, “Blu-ray Disc Demystified”, McGraw-Hill, 2009

- [2] Página da Wikipédia sobre Blu-ray – Disponível: http://en.wikipedia.org/wiki/Blu-ray_Disc
- [3] Blu-ray FAQ – Disponível: <http://www.blu-ray.com/faq/>
- [4] White paper Blu-ray Disc Format – Disponível: http://www.blu-raydisc.com/assets/Downloadablefile/BD-ROM-AV-WhitePaper_100423-17830.pdf
- [5] Artigo da Digital Digest sobre as vendas do Blu-Ray – Disponível: <http://www.digital-digest.com/blog/DVDGuy/2011/05/27/blu-ray-the-state-of-play-may-2011/>
- [6] Pesquisa Google “HD-DVD vs Blu-ray” – Disponível: http://www.pcworld.com/article/142584/hd_dvd_vs_bluray_disc_a_history.html
- [7] Site da Verbatim – Disponível: <http://www.verbatim.com/subcat/optical-media/blu-ray/>
- [8] Pesquisa Google “Blu-ray region codes explained” Disponível: <http://blog.cdrom2go.com/2011/05/blu-ray-and-dvd-region-codes-explained/>
- [9] Site da Worten – Disponível: <http://www.worten.pt/ProductList.aspx?oid=13|36387&c=2655775>
- [10] Site da FNAC - Disponível: <http://www.fnac.pt/imagem-e-som/Leitores-Blu-ray/s147?bl=HGAChead>
- [11] Site da TDK – Disponível: <http://tdk.com/>
- [12] Pesquisa Google “Blu-ray 4k” – Disponível: <http://orlandobarrozo.blog.br/?p=10223>
- [13] Pesquisa Google “Blu-ray 4k” – Disponível: <http://www.tecmundo.com.br/blu-ray/17764-sony-apresenta-linha-de-blu-ray-players-e-resolucao-4k-nao-ficou-de-fora.htm>
- [14] Artigo PCWorld – Disponível: http://www.pcworld.com/article/241215/video_format_war_bluray_vs_streaming.html

José Madureira nasceu em Lisboa no dia 11 de Janeiro de 1989. Frequenta, actualmente o 4º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, ramo de Telecomunicações no Instituto Superior Técnico, em Lisboa.

Tiago Barata nasceu em Lisboa no dia 20 de Janeiro de 1989. Frequenta, actualmente o 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, ramo de Telecomunicações no Instituto Superior Técnico, em Lisboa.

Tiago Barbosa nasceu em Lisboa no dia 19 de Novembro de 1988. Frequenta, actualmente o 4º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, ramo de Telecomunicações no Instituto Superior Técnico, em Lisboa.

