

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Departamento de Informática e Estatística

Disciplina: Sistemas Operacionais I – INE5355 / INE5412

Professor: Antônio Augusto Fröhlich

Alunos: Amanda Costa Corrêa – 06232602

Guilherme Klein – 06132017

Guilherme Matsumoto - 06232024

## Discos Blu-Ray

Florianópolis, 19 de novembro de 2008.

## 1 Introdução

Blu-ray é o mais atual formato de disco óptico, sendo para muitos, o sucessor do DVD. Esta mídia foi desenvolvida com objetivo de proporcionar o armazenamento de uma grande quantidade de dados e execução de vídeos de altíssima qualidade.

O presente relatório demonstra como funciona o disco Blu-ray, como ele foi desenvolvido e mostra como ele se compara em relação a alguns outros formatos de vídeo digital.

## 2 História

Em 1997, surgiu uma nova tecnologia que trouxe o som e o vídeo digitais para todo o mundo. Ela se chamava DVD e revolucionou a indústria do cinema.

Em 1998, comerciais da HDTV começaram a aparecer no mercado consumidor; no entanto, não havia então uma maneira barata para gravar ou reproduzir conteúdo em alta definição (high definition - HD). Na verdade, não havia qualquer meio de armazenagem de HD Codecs, com exceção da JVC Digital VHS e da Sony HDCAM. Não obstante, era bem conhecido que utilizando lasers com comprimento de onda mais curto permitiria um armazenamento óptico com maior densidade. Quando Shuji Nakamura inventou um diodo laser azul prático, foi uma sensação, apesar de que uma longa ação atrasou a introdução comercial do produto.

## 3 O Disco Blu-Ray

A indústria está preparada para mais uma revolução com a introdução dos Blu-ray Discs ou discos BD. Com sua grande capacidade de armazenamento, os discos Blu-ray podem guardar e reproduzir enormes quantidades de vídeo e áudio em alta definição, assim como fotos, dados e outros conteúdos digitais.

Blu-ray obteve o seu nome a partir da cor azul do raio laser ("blue ray" em inglês significa "raio azul"). A letra "e" da palavra original "blue" foi eliminada porque, em alguns países, não se pode registrar, para um nome comercial, uma palavra comum. Este raio azul

mostra um comprimento de onda curta de 405 nm e conjuntamente com outras técnicas, permite armazenar substancialmente mais dados que um DVD ou CD. A Blu-ray Disc Association (BDA) é responsável pelos padrões e o desenvolvimento do disco Blu-ray e foi criada pela Sony e Panasonic. Disputou uma guerra de formatos com o HD-DVD e em 2008 venceu com o apoio exclusivo da Warner Bros., MGM, Fox e Columbia Pictures.

Um DVD padrão atual, de lado único, pode armazenar 4,7 GB de informação. Esse é aproximadamente o tamanho de um filme padrão médio de duas horas com alguns poucos recursos extras. Mas um filme em alta definição, que possui uma imagem muito mais nítida, ocupa cerca de cinco vezes mais largura de banda e, portanto, requer um disco com cerca de cinco vezes mais capacidade de armazenamento. À medida que os aparelhos de TV e estúdios de cinema migrarem para a alta definição, os consumidores irão precisar de sistemas de reprodução com muito mais capacidade de armazenamento.

O Blu-ray é o disco de vídeo digital da próxima geração, podendo gravar, armazenar e reproduzir vídeo em alta definição e áudio digital, assim como dados de computador. A vantagem do Blu-ray é a incrível quantidade de informação que ele pode guardar. Um disco Blu-ray de camada única, que tem aproximadamente o mesmo tamanho de um DVD, pode guardar até 27 GB de dados, o que é mais de duas horas de vídeo em alta definição ou cerca de 13 horas de vídeo padrão. Um disco Blu-ray de camada dupla pode armazenar até 50 GB, suficientes para guardar cerca de 4,5 horas de vídeo em alta definição ou mais de 20 horas de vídeo padrão. E ainda há planos em andamento para desenvolver um disco com duas vezes essa quantidade de armazenamento.

A figura 1 mostra as diferenças entre o DVD, o HD-DVD e o disco Blu-ray em relação a capacidade de armazenamento.

Os discos Blu-ray possuem os seguintes formatos:

- **BD-ROM** (somente leitura): para conteúdo pré-gravado;
- **BD-R** (gravável): para armazenamento de dados de PC;
- **BD-RW** (regravável): para armazenamento de dados de PC;
- **BD-RE** (regravável): para gravação de HDTV.

## Comparativo de Armazenamento



Figura 1 – Comparação entre a capacidade de armazenamento Blu-ray X DVD X HD-DVD.

A figura 2 apresenta as principais diferenças entre um disco Blu-ray e o DVD.

Parameters	Blu-ray	DVD
Storage capacity	25GB (single-layer) 50GB (dual-layer)	4.7GB (single-layer) 8.5GB (dual-layer)
Laser wavelength	405nm (blue laser)	650nm (red laser)
Numerical aperture (NA)	0.85	0.60
Disc diameter	120mm	120mm
Disc thickness	1.2mm	1.2mm
Protection layer	0.1mm	0.6mm
Hard coating	Yes	No
Track pitch	0.32µm	0.74µm
Data transfer rate (data)	36.0Mbps (1x)	11.08Mbps (1x)
Data transfer rate (video/audio)	54.0Mbps (1.5x)	10.08Mbps (<1x)
Video resolution (max)	1920× 1080 (1080p)	720× 480/720× 576 (480i/576i)
Video bit rate (max)	40.0Mbps	9.8Mbps
Video codecs	MPEG-2 MPEG-4 AVC SMPTE VC-1	MPEG-2 - -
Audio codecs	Linear PCM Dolby Digital Dolby Digital Plus Dolby TrueHD DTS Digital Surround DTS-HD	Linear PCM Dolby Digital DTS Digital Surround - - -
Interactivity	BD-J	DVD-Video

Figura 2 – Diferenças entre Blu-ray e DVD.

As figuras 3 e 4 ilustram a estrutura de um disco Blu-ray.

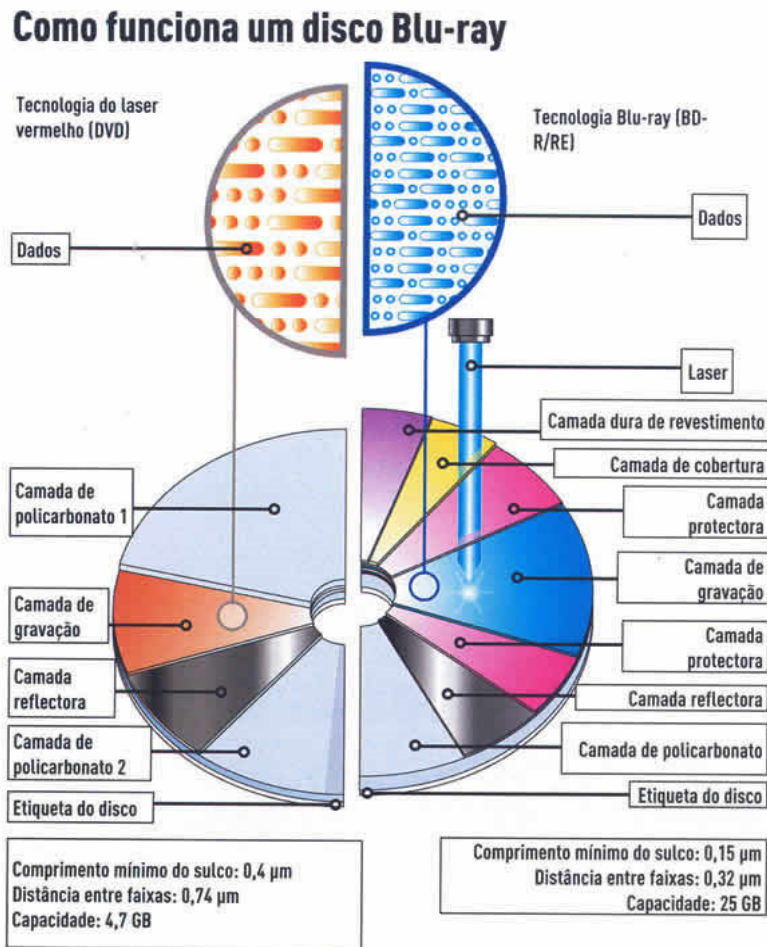


Figura 3 – Como funciona um disco Blu-ray.

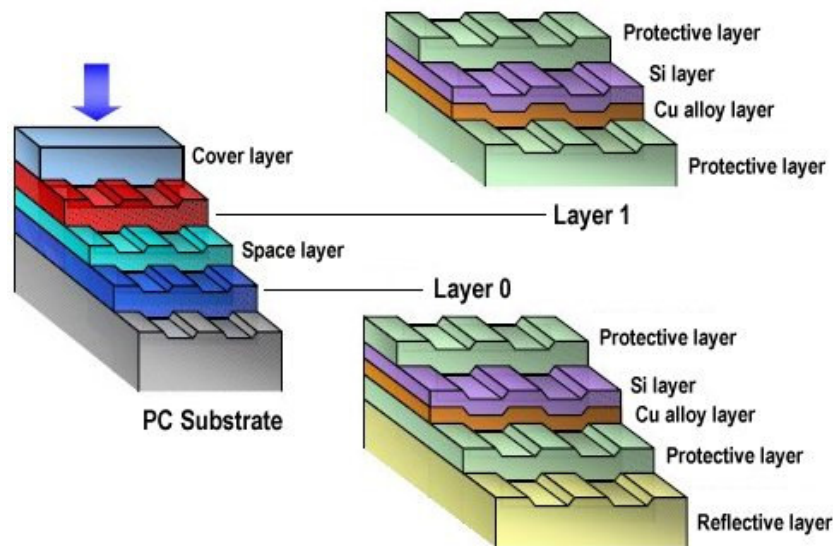


Figura 4 – Estrutura do BD.

### 3.1 Construindo um disco Blue-Ray

Os discos Blu-ray não apenas possuem maior capacidade de armazenamento do que os DVDs tradicionais, como também oferecem um novo nível de interatividade. Os usuários podem conectar-se à Internet e fazer instantaneamente o download de legendas e outros recursos interativos do filme - desde que esses recursos sejam disponibilizados pelas produtoras de cinema. Além disso, com um disco Blu-ray você pode:

- gravar televisão em alta definição (HDTV) sem qualquer perda de qualidade;
- saltar instantaneamente para qualquer ponto do disco;
- gravar um programa enquanto assiste a outro no disco;
- criar listas de reprodução;
- editar ou reordenar programas gravados no disco;
- buscar automaticamente um espaço vazio no disco para evitar gravar sobre outro programa;
- acessar a Web para o download de legendas e outros recursos extras.

Os discos armazenam informações de vídeo e áudio codificadas digitalmente em cavidades, ranhuras espirais que correm do centro do disco para sua borda. Um raio laser lê o outro lado dessas cavidades, os ressaltos, para reproduzir o filme ou programa armazenado no DVD. Quanto mais dados estiverem contidos em um disco, as cavidades deverão ser menores e mais compactadas. Quanto menores as cavidades (e, portanto, os ressaltos), mais precisa será a leitura do laser.

Ao contrário dos DVDs atuais, que usam um laser vermelho para ler e gravar os dados, o Blu-ray usa um laser azul. Um laser azul possui menor comprimento de onda (405 nanômetros) do que um laser vermelho (650 nanômetros). O feixe menor focaliza com mais precisão, o que habilita a leitura de informações gravadas em cavidades com apenas 0,15 microns ( $\mu\text{m}$ ) (1 micron =  $10^{-6}$  metros) de comprimento: mais de duas vezes menores do que as cavidades em um DVD. Ainda mais, o Blu-ray reduziu o passo da trilha de 0,74 microns para 0,32 microns. O conjunto de cavidades, feixe e passo da trilha menores capacitam um disco Blu-ray de camada única a guardar mais de 25 GB de informação,

cerca de cinco vezes a quantidade de informações que pode ser armazenada em um DVD. A Figura 5 mostra a diferença na construção do DVD X BD.

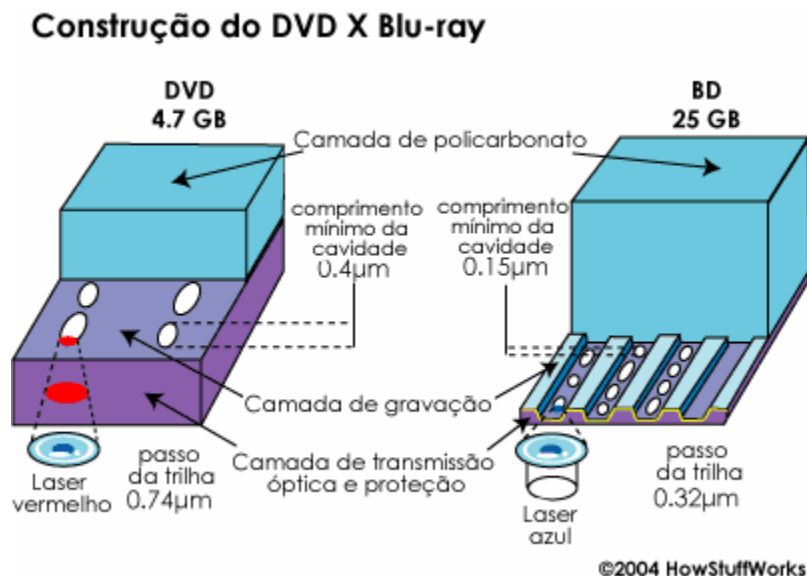


Figura 5 – Construção do DVD X Blu-ray.

Cada disco Blu-ray tem aproximadamente a mesma espessura (1,2 milímetro) que um DVD. Mas os dois tipos de discos armazenam dados de modo diferente. Em um DVD, os dados são colocados entre duas camadas de polycarbonato, cada uma com 0,6 mm de espessura. Ter uma camada de polycarbonato sobre os dados pode causar um problema chamado *birrefringência*, no qual a camada do substrato refrata a luz do laser em dois feixes separados. Se a divisão do feixe foi muito ampla, o disco não poderá ser lido. Além disso, se a superfície do DVD não for exatamente plana e, assim, não for perpendicular ao feixe, isso poderá levar a um problema conhecido como *inclinação do disco*, no qual o feixe de laser é distorcido. Todas essas questões levam a um processo de manufatura muito estrito.

### 3.2 Como o Blu-ray lê os dados

O disco Blu-ray supera as questões quanto à leitura do DVD ao colocar os dados na parte superior de uma camada de polycarbonato de 1,1 mm de espessura. Ter os dados na

parte superior evita a birrefringência e evita problemas de legibilidade. Além disso, com a camada de gravação situada mais próxima da lente objetiva do mecanismo de leitura, o problema de inclinação do disco é virtualmente eliminado.

Como os dados estão mais próximos da superfície, um revestimento duro é colocado no lado externo do disco para protegê-lo de arranhões e impressões digitais. Este revestimento é uma capa de substrato cujo nome comercial é *Durabis*.

As figuras 6 e 7 demonstram como é realizada a escrita em Blu-ray X DVD X CD.

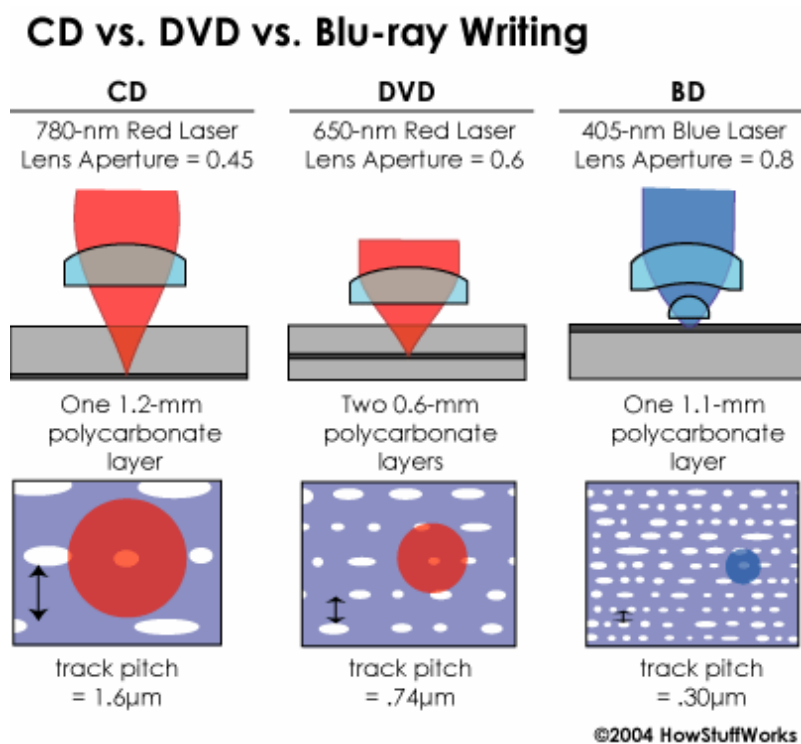


Figura 6 – Escrita CD X DVD X Blu-ray.



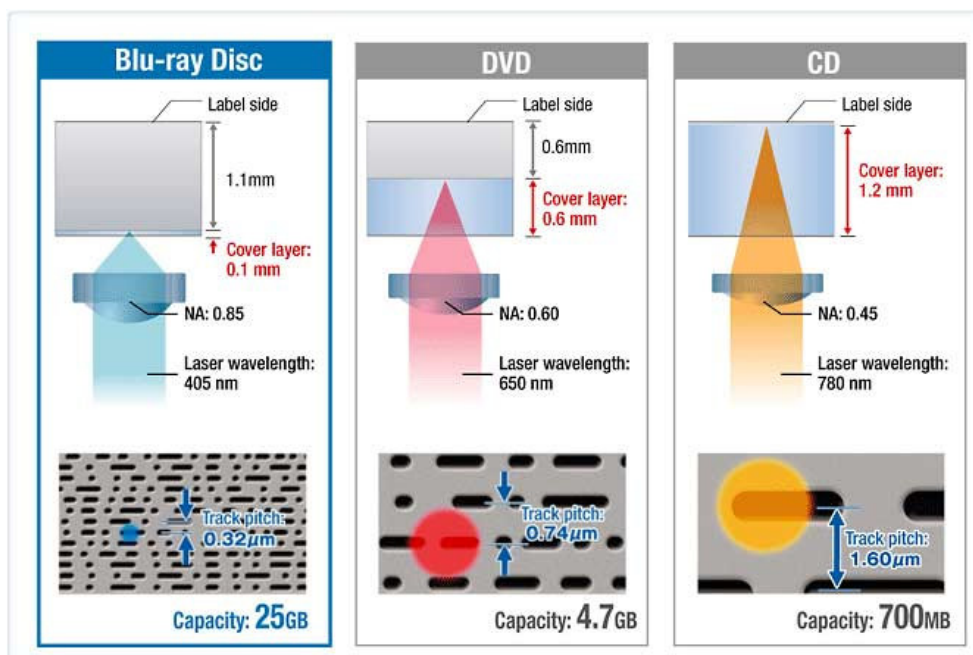


Figura 7 – Blue-ray X DVD X CD.

O design dos discos Blu-ray economiza nos custos de produção. Os DVDs tradicionais são feitos por uma moldagem por injeção dos dois discos de 0,6 mm entre os quais a camada de gravação é inserida. O processo deve ser feito muito cuidadosamente para evitar a birrefringência.

1. Os dois discos são moldados.
2. A camada de gravação é acrescentada a um dos discos.
3. Os dois discos são colados um no outro.

Os discos Blu-ray fazem o processo de moldagem por injeção em um disco único de 1,1 mm, o que reduz o custo. Essa economia contrabalança o custo da adição da camada protetora, de modo que o preço final não é maior do que o preço de um DVD comum

O Blu-ray tem uma taxa de transferência de dados mais alta - 36 Mbps, megabits por segundo, do que os DVDs de hoje, que transferem a 10 Mbps. Um disco Blu-ray pode gravar 25 GB de material em pouco mais de uma hora e meia.. A tabela 1 mostra a velocidade de gravação dos discos Blu-ray.

Tabela 1 – Velocidade de gravação dos discos Blu-ray.

Velocidade do drive	Taxa de transferência de dados		Tempo de gravação para disco blu-ray (minutos)	
	Mbit/s	MB/s	Uma Camada	Duas Camadas
1×	36	4.5	90	180
2×	72	9	45	90
4×	144	18	23	45
6×	216	27	15	30
8×	288	36	12	23
12×	432	54	8	15

### 3.3 Concorrentes do Blu-ray

O grande concorrente do Blu-ray era o HD-DVD, também chamado de AOD (de disco óptico avançado, em inglês). Na verdade, o HD-DVD já estava em andamento antes do DVD comum, mas não iniciou o desenvolvimento real até 2003.

A vantagem do HD-DVD era que ele usava o mesmo formato básico de disco que o DVD tradicional e, assim, podia ser fabricado com o mesmo equipamento, economizando nos custos. A desvantagem é que ele não podia competir com a capacidade de armazenamento do Blu-ray. Um HD-DVD regravável de camada única pode guardar 15 GB de dados, enquanto um disco de camada dupla pode guardar 30 GB (comparado aos 27 GB e 50 GB do Blu-ray). As versões somente leitura guardam um pouco menos de dados. Além disso, o HD-DVD não oferecia as capacidades interativas do Blu-ray, apesar de que seria mais acessível do que seu concorrente. Justamente por isso, o formato HD-DVD, defendido pela Toshiba, acabou perdendo a guerra para o Blu-ray, da Sony. Em fevereiro de 2008, a Toshiba anunciou que não fabricaria mais aparelhos HD-DVD, deixando o espaço livre para que o formato Blu-ray, do consórcio liderado pela Sony, se transformasse em padrão de mercado de discos de alta definição. A figura 8 mostra as principais diferenças entre o Blu-ray e o HD-DVD, enquanto que a figura 9 inclui o DVD na comparação.

Parameters	Blu-ray	HD-DVD
Storage capacity	25GB (single-layer) 50GB (dual-layer)	15GB (single-layer) 30GB (dual-layer)
Laser wavelength	405nm (blue laser)	405nm (blue laser)
Numerical aperture (NA)	0.85	0.65
Disc diameter	120mm	120mm
Disc thickness	1.2mm	1.2mm
Protection layer	0.1mm	0.6mm
Hard coating	Yes	No
Track pitch	0.32µm	0.40µm
Data transfer rate (data)	36.0Mbps (1x)	36.55Mbps (1x)
Data transfer rate (video/audio)	54.0Mbps (1.5x)	36.55Mbps (1x)
Video resolution (max)	1920×1080 (1080p)	1920×1080 (1080p)
Video bit rate (max)	40.0Mbps	28.0Mbps
Video codecs	MPEG-2 MPEG-4 AVC SMPTE VC-1	MPEG-2 MPEG-4 AVC SMPTE VC-1
Audio codecs	Linear PCM Dolby Digital Dolby Digital Plus Dolby TrueHD DTS Digital Surround DTS-HD	Linear PCM Dolby Digital Dolby Digital Plus Dolby TrueHD DTS Digital Surround DTS-HD
Interactivity	BD-J	HDi

Figura 8 – Diferenças entre Blu-ray e HD-DVD.

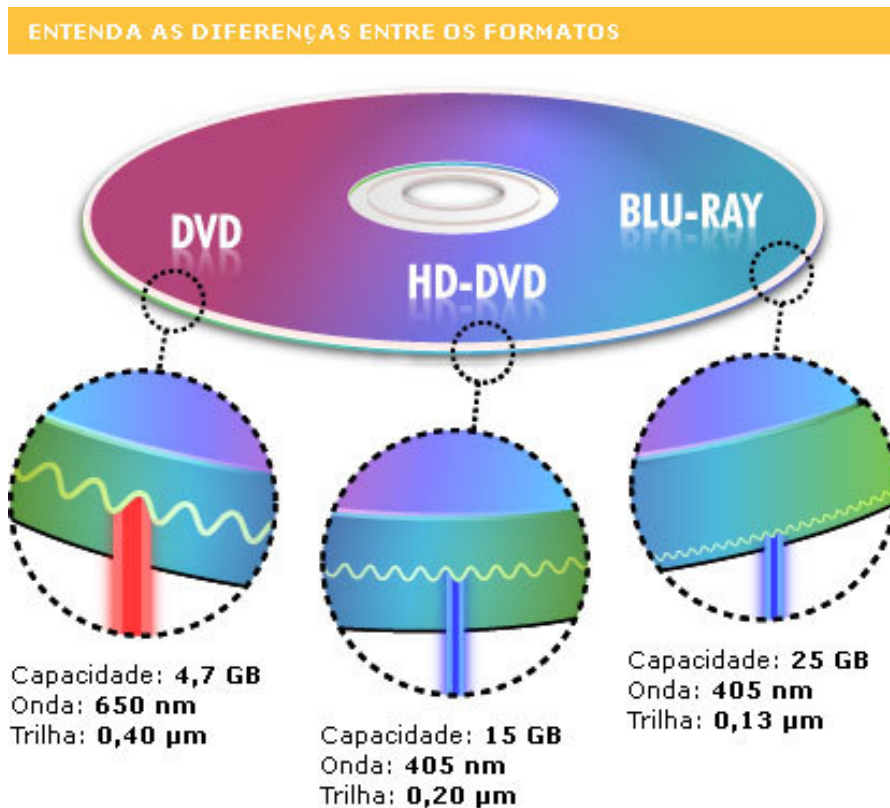


Figura 9 – DVD x HD-DVD x Blu-ray.

O Blu-ray e o HD-DVD eram os dois maiores concorrentes no mercado, mas também havia outros competidores. A Warner Brothers Pictures desenvolveu seu próprio sistema, chamado HD-DVD-9. Esse sistema usa uma taxa de compressão mais elevada para colocar mais informações (cerca de duas horas de vídeo de alta definição) em um DVD padrão. Taiwan criou o Forward Versatile Disc (FVD, disco versátil avançado), uma versão melhorada dos DVDs de hoje que permite maior capacidade de armazenamento (5,4 GB em um disco de uma camada e 9,8 GB em um disco de duas camadas). E a China apresentou o Enhanced Video Disc (EVD, disco de vídeo intensificado), outro disco de vídeo em alta definição.

Há também as versões profissionais da tecnologia do laser azul. A Sony desenvolveu o XDCAM e o ProData (Professional Disc for Data ou disco profissional para dados). O primeiro se destina ao uso por transmissores. O segundo serve principalmente para armazenamento de dados comerciais (por exemplo, backup de servidores).

#### 4 O Sucessor do Blu-ray

Holographic Versatile Disc ou HVD é a próxima tecnologia de discos ópticos que promete suceder o Blu-ray e o HD-DVD. As vantagens deste disco é a sua capacidade, incríveis 3.9 TBs , que podem ser lidos a uma velocidade de 1 Gbps. O disco é composto por duas camadas, que são acedidas através de dois lasers, um verde-azulado (532 nm) e outro vermelho (650 nm). A primeira camada, a acedida pelo laser verde, contém a informação propriamente dita, já a segunda camada contém um índice dos ficheiros (ou dos seus segmentos) e a sua posição na camada de dados, o que permite poupar espaço e têm um ganho bastante significativo na velocidade de leitura.

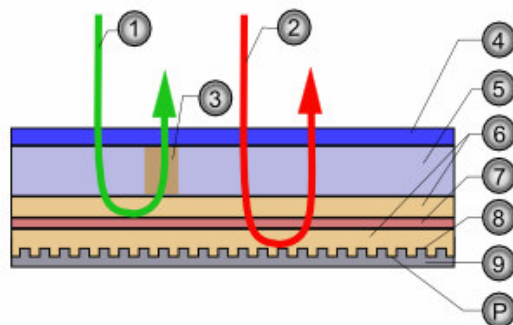


Figura 10 – HVD.

A Figura 10 mostra a estrutura do HVD. O significado da numeração é demonstrado abaixo:

1. Laser verde de leitura/escrita (532nm).
2. Laser vermelho de endereçamento (650nm).
3. Holograma dos dados.
4. Camada de policarbonato.
5. Camada holográfica de dados.
6. Camadas de distanciamento.
7. Camada refletora (reflete a luz verde).
8. Camada refletora de alumínio (reflete a luz vermelha).
9. Camada transparente.
- P. Camada de endereçamentos (por depressões binárias).

Ultimamente, referente ao HD DVD, Blu-ray, DVD, e ao CD, andamos tentando compactar memória com lasers menores, linhas de leitura em verticais, e também com camadas e duplas-faces. A vantagem da Tecnologia Holográfica, é que ao contrário das mídias citadas anteriormente, que marcam cada ponto como um bit, ela pode marcar vários bits no mesmo ponto, através de "queima por ângulos".

Quando se grava um CD, por exemplo, nós "imprimimos" os dados na superfície do produto, como se fossem "marcas de fogo". Agora, quando se grava em uma mídia holográfica, como o HVD, o laser lança uma "luz", um holograma, a mídia "fotografa" o holograma, registrando a informação. E já que a holografia é uma forma de se registrar ou apresentar imagens em dimensões, significa que podemos marcar hologramas em uma mídia várias vezes no mesmo ponto. E já que a longitude dos lasers são bem menores que os das mídias de hoje em dia, podemos associar essa tecnologia com mídias holográficas em várias camadas, como 6, 12 camadas.

Acredita-se que as mídias do futuro serão investidas somente na tecnologia holográfica, com hologramas menores, mais pontos e camadas, e "espaçamento" entre os pontos. Isso poderá ser aplicado não só em mídias portáteis, mas em Discos rígidos, por exemplo.

## 5 Conclusão

Cada vez mais há a necessidade de aumentar a capacidade de armazenamento dos discos. Com a tecnologia High Definition, o DVD não conseguiu disponibilizar espaço suficiente para manter a qualidade dos vídeos e sons. Com isso surgiram as tecnologias HD-DVD e Blu-Ray.

A capacidade de armazenamento dos discos Blu-Ray é maior em relação aos discos HD-DVD, apesar dos discos Blu-Ray serem mais caros. Um disco Blu-Ray de uma única camada permite a gravação de até 25 GB, enquanto que o mesmo disco na tecnologia HD-DVD permite a gravação de apenas 15 GB. Já um disco Blu-Ray de dupla camada permite a gravação de até 54 GB, enquanto que o mesmo disco na tecnologia HD-DVD permite apenas a gravação de 30 GB.

Apesar disso, já vem sendo estudadas novas tecnologias para a substituição do Blu-ray, sendo que este pode ser substituído sem atingir grande popularidade.

## 6 Referências Bibliográficas

- **Disco Blu-ray.** Wikipedia. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Disco\\_Blu-ray](http://pt.wikipedia.org/wiki/Disco_Blu-ray). Acessado em: 17 de novembro de 2008.;
- WATSON, Stephanie. **Como funcionam os discos Blu-Ray.** Disponível em: <http://eletronicos.hsw.uol.com.br/blu-ray.htm>. Acessado em: 17 de novembro de 2008.;
- Raphael. **Nem Blu-ray, nem HD-DVD.** Disponível em: <http://www.aerosmithbrasil.com/forum/viewtopic.php?f=41&t=3759&start=0>. Acessado em: 17 de novembro de 2008.