



# **Multimédia I**

## **Media Estáticos – Imagens Bitmap**

**Universidade Fernando Pessoa**

**Paulo Rurato**

**2017**

# Imagens Bitmap

Conceptualmente, as imagens *bitmap* são mais simples do que os modelos gráficos.

Isto significa que a representação *bitmap* **não** descreve a imagem recorrendo a modelos matemáticos que preservam o significado do conteúdo, mas apenas em termos de cor e brilho dos vários pixels que constituem a imagem.

Ao contrário dos gráficos, as **imagens bitmap** (*images* ou *pictures*) não são conteúdos corrigíveis, pois o modo como se representam (matrizes de pixels) não contém informação estrutural.

As imagens podem ser resultado de um processo de **captura** do mundo real ou podem ser **geradas** inteiramente por computador.

A obtenção de imagens digitalizadas a **partir do mundo real** pode ser realizada de vários modos:

- Captura de páginas impressas por meio de um *scanner*.
- Captura de imagens por intermédio de máquinas fotográficas digitais.
- Produção de imagens digitais a partir de fotografias de 35 mm obtidas por meio de uma máquina fotográfica convencional.
- Digitalização de imagens filmadas por meio de uma câmara de vídeo analógica, utilizando uma placa de captura de vídeo (conversão A/D).
- Captura por intermédio de uma câmara de vídeo digital (para disco rígido ou para a memória RAM do computador).

Todas as imagens digitais provenientes do mundo real resultam de um processo de **captura** de material impresso ou de fotogramas (*frames*) e designam-se por **imagens capturadas** (*scanned still images*).

# Imagens Bitmap

Por outro lado, as imagens podem ser **sintetizadas directamente no computador**, de várias formas diferentes:



- Criação manual de imagens através da utilização de uma aplicação de pintura ou ferramenta de edição de imagem, como, por exemplo, o Adobe Photoshop, o Corel Paint Shop Pro, o The Gimp, O Image Magick ou o Adobe Firework.
- Conversão de um gráfico vectorial numa imagem *bitmap* por meio de uma operação de *rendering*.
- Captura de um ecrã de computador sob a forma de uma imagem *bitmap*.
- Geração de uma imagem por intermédio um programa de computador.



As imagens digitais produzidas inteiramente em computador designam-se por **imagens sintetizadas** (*synthesized still images*).

# Representação do Bitmap

As **imagens digitais** representam-se sob a forma de matrizes bidimensionais ou grelhas de pixéis com cor e intensidade (ou brilho) variáveis que se designam por *bitmaps*.



As imagens são, pois, representadas por ***bitmaps***.



Um *bitmap* é uma matriz ou grelha que possui linhas e colunas. Os cruzamentos entre linhas e colunas definem os elementos atômicos de imagem – os pixéis.



A designação de pixel corresponde à aglutinação da expressão *picture element*. O **pixel** é pois o elemento mais pequeno de resolução de uma imagem.



Isto ocorre precisamente porque os *bitmaps* ignoram a semântica (ou o significado) da informação que representam.



Os formatos de imagem *bitmap* mais comuns, tais como o TIFF (*Tagged Image File Format*) ou o GIF (*Graphics Interchange Format*), exigem um espaço de armazenamento muito maior, quando comparado com o espaço consumido por formatos de modelos gráficos ou com os formatos de texto *rich text*.

Por exemplo, duas imagens com as mesmas dimensões (*altura*×*largura*) ocuparão exactamente o mesmo espaço de armazenamento, independentemente de uma conter uma fotografia complexa com muitas cores e variações de tonalidade, e a outra conter apenas uma fotografia com três cores.

# Representação do Bitmap

Dado que as imagens ocupam mais espaço de armazenamento do que os gráficos, porque não se utilizam então sistematicamente os modelos gráficos em lugar de utilizar imagens *bitmap*?

Porque a **semântica das imagens capturadas é muito difícil de ser reconhecida** por computadores.

Contudo, verifica-se actualmente algum progresso no processo de OCR (*Optical Character Recognition*), mais especificamente a nível de conversões de imagens em texto (*bitmap to text*). Verifica-se igualmente algum progresso no processo de *Autotracing*, que realiza a conversão de imagens em gráficos (*bitmap to object*), através da identificação de fronteiras das formas e derivação de uma representação geométrica do objecto detectado.

Não se pode substituir definitivamente a utilização de imagens por gráficos, porque o **realismo das fotografias é muito difícil de imitar** através de operações de *rendering* gráfico.

Não se exclui de uma forma definitiva a utilização de imagens, pois o **processamento necessário para apresentar no ecrã uma imagem *bitmap* é muito menor** do que aquele que é exigido por gráficos com complexidade semelhante, já que o formato gráfico consiste numa descrição abstracta dos elementos gráficos que deve ser interpretada antes de ser visualizada, um processo que consome recursos e tempo de processamento do computador.

Os dois factores principais que condicionam o espaço de armazenamento consumido pelas imagens *bitmap* incluem a **forma como a cor é representada** e a **resolução** da imagem.

# Modelos de Cor

Os modelos gráficos e as imagens em aplicações multimédia podem utilizar a cor. Para a maioria das pessoas, a experiência da cor é tão banal que se torna surpreendente verificar que a cor é na realidade um fenómeno bastante complexo.



Por isso, a representação da cor nas imagens digitais, bem como a sua reprodução exacta em dispositivos de apresentação de imagem, são processos naturalmente complexos.

Mas o que é a cor?



A cor é uma sensação subjectiva, produzida no cérebro em resposta à presença da luz. A reprodução e manipulação da cor por meios electrónicos digitais, necessita, pois, de um modelo que relacione a sensação subjectiva com um fenómeno físico mensurável. Dado que a luz é uma forma de radiação electromagnética, é possível medir o seu comprimento de onda.

# Modelos de Cor

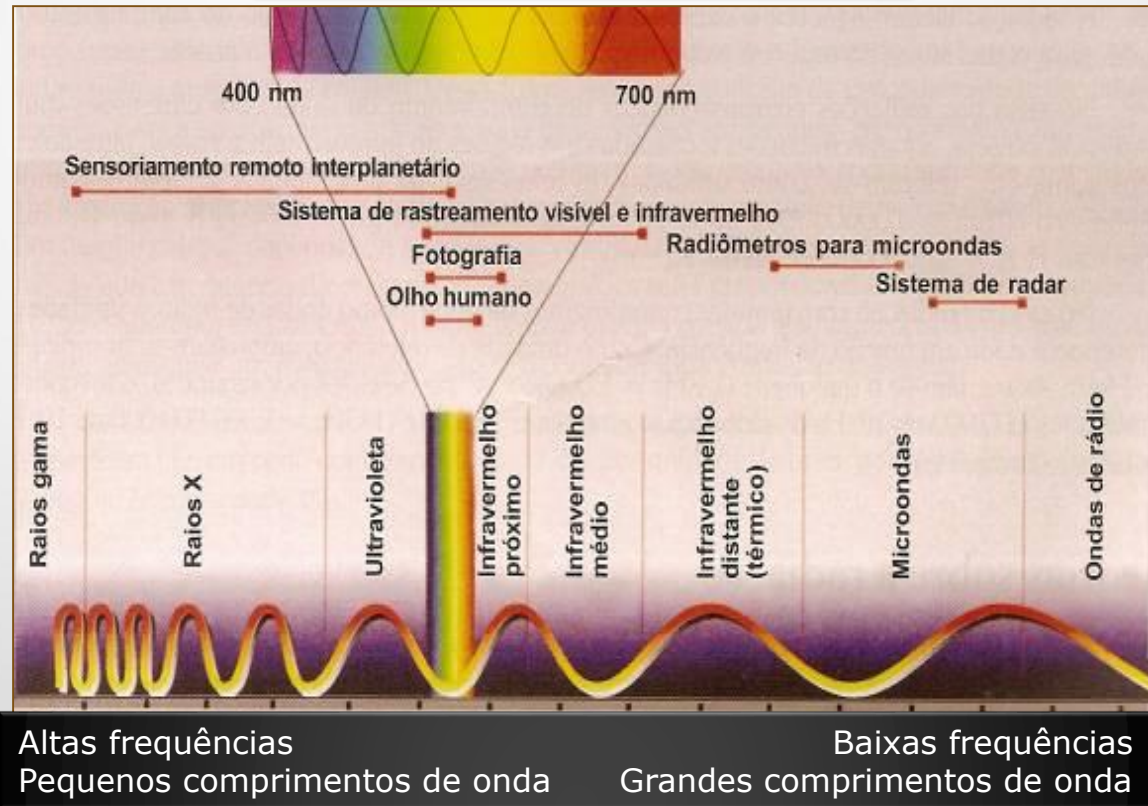
As ondas electromagnéticas existem dentro de uma gama alargada de frequências. Esta gama contínua de frequências designa-se por **espectro electromagnético**.



A gama do espectro encontra-se dividida em regiões específicas, com base na forma como cada região do espectro interage com a matéria.

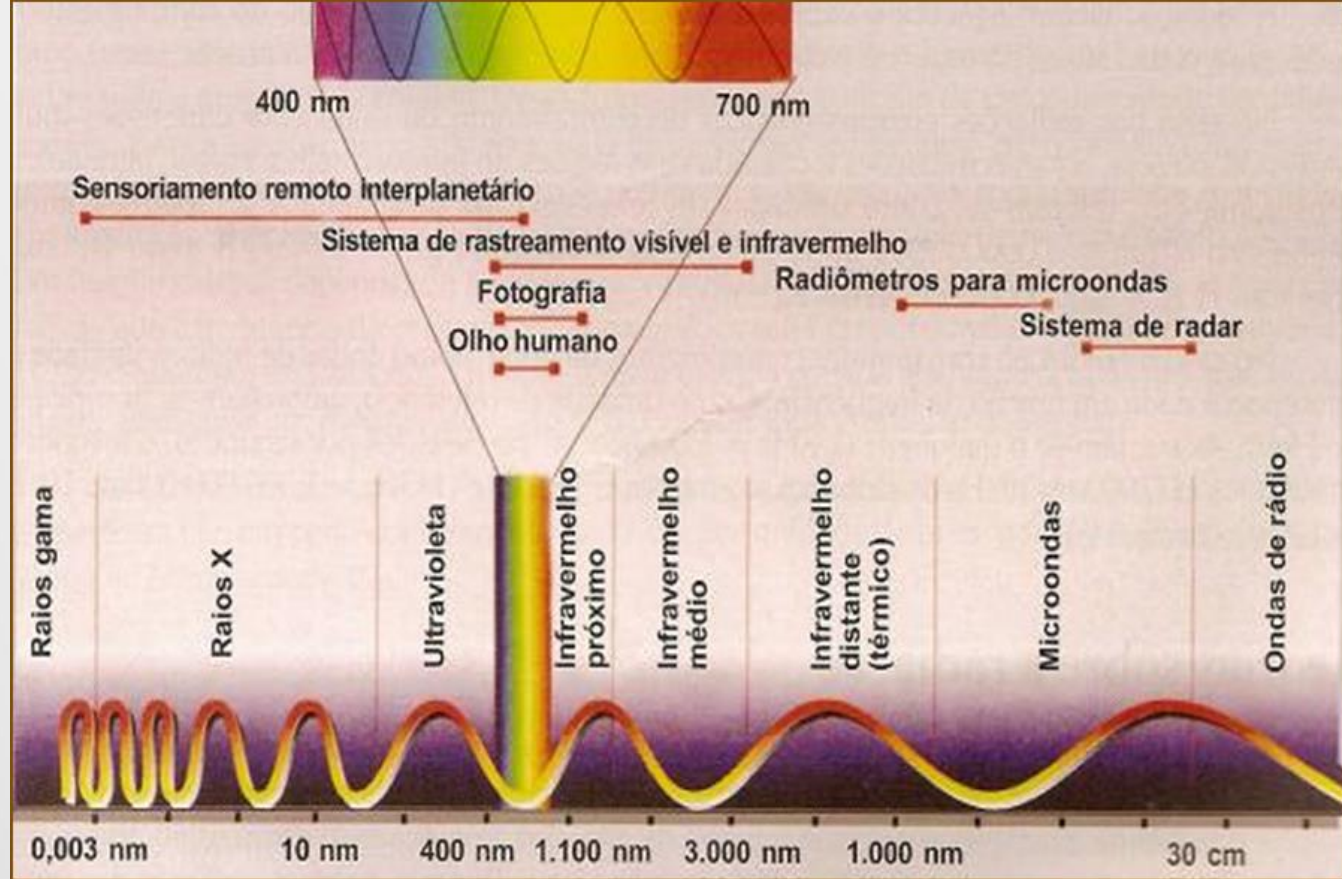
Espectro das ondas electromagnéticas

O diagrama da Figura ilustra o espectro electromagnético e as regiões em que se subdivide: quanto maior for o comprimento de onda, menor é a frequência de uma onda electromagnética, o que corresponde a regiões que se aproximam do extremo direito do espectro: as ondas de rádio, as micro-ondas e os raios infravermelhos. Por sua vez, as ondas com comprimentos de onda menores, isto é, com frequências elevadas, encontram-se nas regiões que se aproximam do extremo esquerdo do espectro: os raios ultra-violeta, os raios X e os raios Gama.





# Electromagnéticas Espectros das ondas



Existe uma região bastante estreita no centro do espectro que corresponde à região da luz visível – a banda de comprimentos de onda que se situa entre os raios infravermelhos à direita e os raios ultra-violeta à esquerda.

O grande interesse desta banda do espectro electromagnético é precisamente o facto de contar com as ondas a cujos comprimentos de onda o olho humano é sensível.

Por isso, esta banda designa-se por espectro de luz visível.

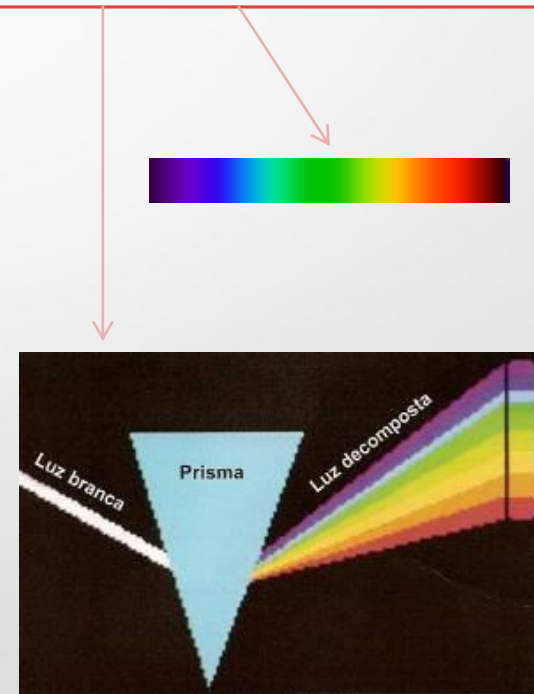


# Modelos de Cor

Normalmente, quando se utiliza o termo “luz”, é em referência a um tipo de onda electromagnética que estimula a retina do olho humano. A região da luz visível consiste num espectro de comprimentos de onda que varia desde os 700 nanómetros (nm) aos 400 nanómetros, isto é, desde  $7 \times 10^{-7}$  m até  $4 \times 10^{-7}$  m. Cada comprimento de onda do espectro visível representa uma cor particular, tal como Isaac Newton demonstrou quando fez a luz atravessar um prisma e observou a sua separação nas 7 cores: vermelho (*red*), laranja (*orange*), amarelo (*yellow*), verde (*green*), azul (*blue*), anil (*indigo*) e violeta (*violet*). A separação da luz visível nas suas componentes de cor é um fenómeno conhecido por **dispersão**. O espectro visível situa-se entre a luz vermelha (maior comprimento de onda) e a luz violeta (menor comprimento de onda), tal como se ilustra na Figura.

Sempre que todos os comprimentos de onda, ou frequências, da luz visível atingem o olho humano, as pessoas têm a sensação da cor branca. Assim, a cor branca pode definir-se como a combinação de todas as cores do espectro visível. Por outro lado, a ausência de qualquer comprimento de onda da luz visível causa a sensação da cor preta.

A cor dos objectos resulta, pois, da forma como os objectos interagem com a luz e da forma como a reflectem ou transmitem. Do que foi exposto resulta um facto com bastante importância: **a cor de um objecto não existe no objecto em si, mas na luz que incide e que é reflectida ou transmitida por esse objecto.**



# Modelo de Cor Aditivo - RGB

A percepção da cor é uma experiência complexa e envolve aspectos que são alvo de estudo em várias disciplinas do saber, tais como a psicologia, a fisiologia, a biologia, a química e a física.

Sempre que se observa um objecto e se distingue uma determinada cor, o olho humano não está necessariamente a detectar apenas uma frequência da luz.

Na realidade, o olho humano é constituído por dois tipos diferentes de células sensíveis à luz: os **bastonetes** e os **cones**.

Os bastonetes são sensíveis à forma dos objectos e não detectam a cor, pelo que funcionam em ambientes muito pouco iluminados.

Por sua vez, os cones são sensíveis à cor e, como tal, necessitam de luz.

Existem três tipos de cones, que detectam três comprimentos de onda (ou frequências) diferentes.

De acordo com esta teoria, é, pois, possível definir qualquer cor através da especificação das quantidades de luz R, G e B que essa cor contém.

Esta teoria pode ser descrita de uma forma muito simplificada: existe um tipo de cone que detecta e responde à cor **vermelha** (R), um outro que detecta e responde à cor **verde** (G) e um terceiro tipo de cone que detecta e responde à cor **azul** (B).

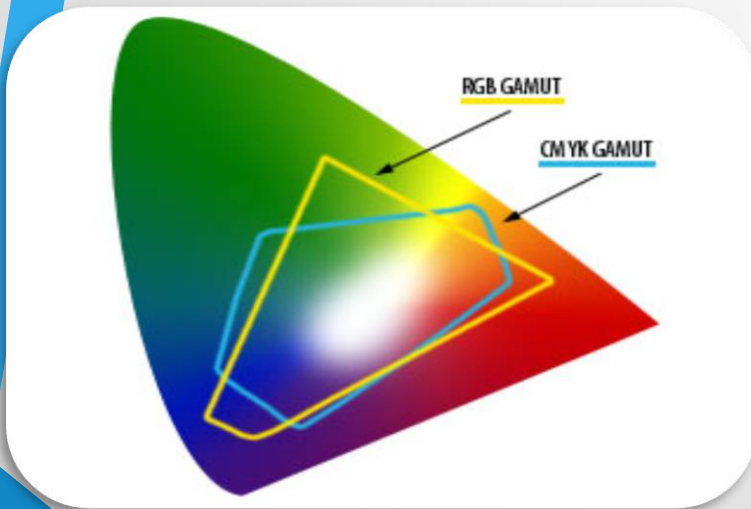
Segue-se que a sensação de qualquer cor pode ser produzida através da mistura das quantidades adequadas de luz R, G e B. Por isso, as cores R, G e B designam-se por **cores primárias aditivas**.

# Modelo de Cor Aditivo - RGB

O modelo de cor aditivo RGB é utilizado, por exemplo, como base para o fabrico de monitores de computador e ecrãs de televisão.

O modelo de cor RGB adequa-se, pois, à geração de “qualquer” cor quando há emissão de luz, tal como nos ecrãs de televisão ou nos ecrãs do computador.

Contudo, na realidade o modelo RGB **não** permite representar qualquer cor visível através da combinação de quantidades de R, G e B, pois, há um conjunto de cores que não é possível representar através da adição dos três componentes.



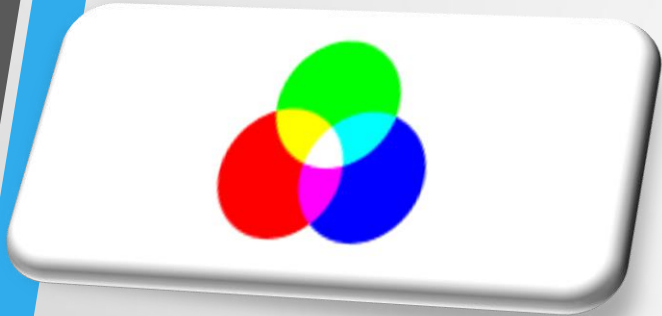
Na prática, a grande maioria das cores visíveis no mundo real caem dentro da gama de cores RGB, pelo que este modelo proporciona uma forma útil, simples e eficiente de as representar.

Por “quantidade” entende-se a proporção de luz pura (ou saturada) de qualquer cor primária.

As cores podem ser representadas por três valores ( $r$ ,  $g$ ,  $b$ ), que correspondem às quantidades de vermelho, verde e azul que, quando adicionadas, constituem a cor resultante que se deseja produzir.

# Modelo de Cor Aditivo - RGB

É importante realçar que os três valores ( $r$ ,  $g$ ,  $b$ ) representam quantidades de luz das três cores primárias que devem ser misturadas para produzir uma determinada cor.



Não se deve confundir esta **mistura aditiva** com a mistura de cores utilizada na pintura, que corresponde a um processo subtrativo, já que a tinta é um pigmento que absorve a luz.

Os *scanners* detectam luz que é reflectida do documento que está a ser digitalizado, pelo que também trabalham com o modelo de cor aditivo.

Sempre que se concebe uma imagem para ser apresentada no ecrã, deve-se utilizar o modelo RGB, pois o monitor do computador emite luz, isto é, obtém a cor através da adição de intensidades das três cores primárias RGB.

# Modelo de Cor Subtrativo - CMYK

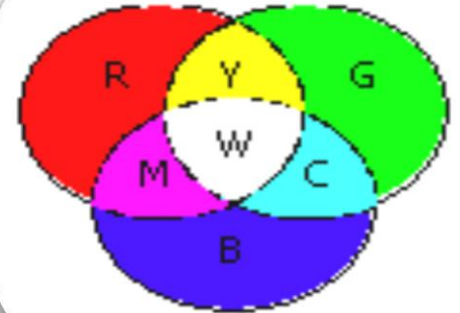
A experiência concebida por Thomas Young em 1801 consistiu em fazer incidir sobre uma superfície branca raios de luz das três cores primárias.



A superfície branca, como foi visto, tem a particularidade de reflectir toda a luz que incide sobre ela.

Assim, Young verificou que:

- Quando a luz de cor primária incide isoladamente sobre a superfície branca, o olho humano detecta a cor correspondente à cor primária, isto é, R, G ou B.
- Quando se sobrepõem as três luzes de cor primária, o olho detecta a cor branca.
- Quando se dá a sobreposição de duas luzes de cor primária, o olho humano detecta novas cores (que também se designam por cores **secundárias**) formadas pela adição ou mistura de duas cores aditivas primárias: Amarelo ( $Y = R + G$ ), Magenta ( $M = R + B$ ) e Ciano ( $C = G + B$ ).

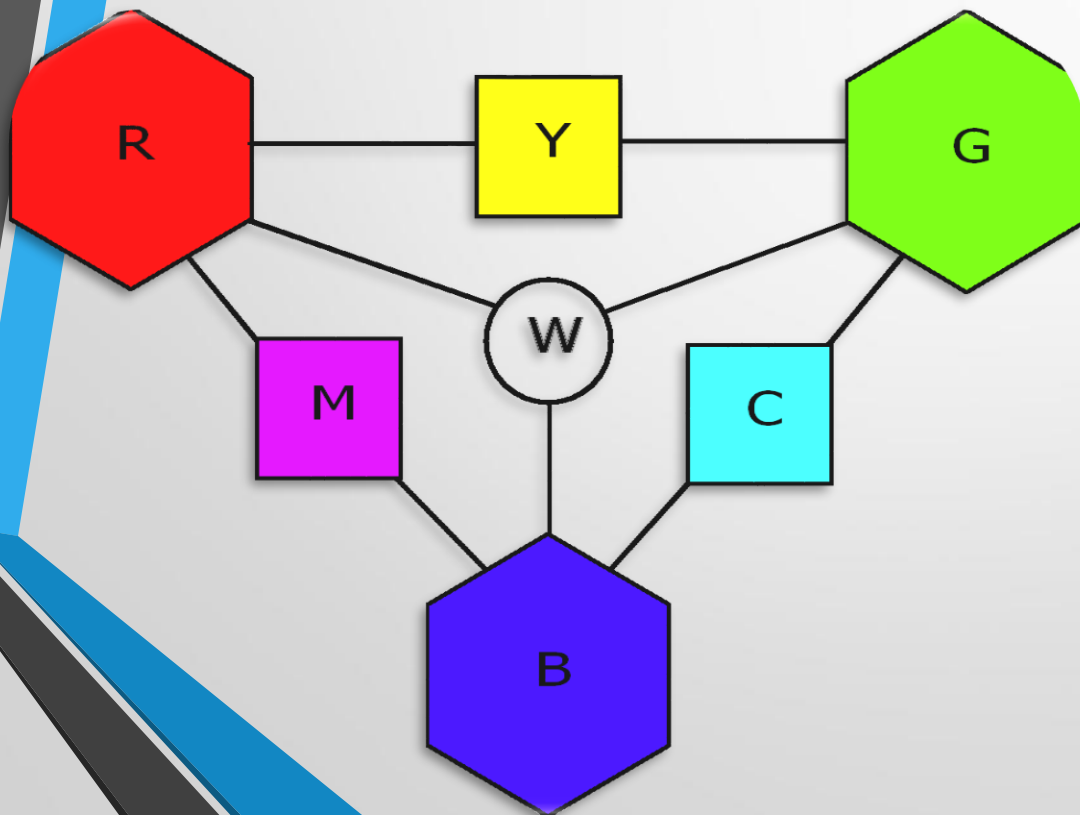


# Modelo de Cor Subtrativo - CMYK

Esta experiência permitiu concluir que, dado que as três cores primárias aditivas se combinam para formar a cor branca, é igualmente possível dizer que uma cor, por exemplo, o ciano (mistura de azul e verde), se pode obter pela subtracção da cor primária restante (vermelho) à luz branca.

Este facto pode traduzir-se por intermédio das seguintes equações:

$$\begin{aligned}C &= G + B = W - R \\M &= R + B = W - G \\Y &= R + G = W - B\end{aligned}$$



Em cada uma das equações, a cor no lado esquerdo (C, M ou Y) é a **complementar** da cor no lado direito da equação (respectivamente R, G ou B).

Por exemplo, o ciano é a cor complementar do vermelho e o magenta é a cor complementar do verde.

Dito de outra forma, quaisquer duas cores que adicionadas produzam luz branca dizem-se **complementares**.



# Modelo de Cor Subtrativo - CMYK

A relevância da experiência de Young manifesta-se a dois níveis:

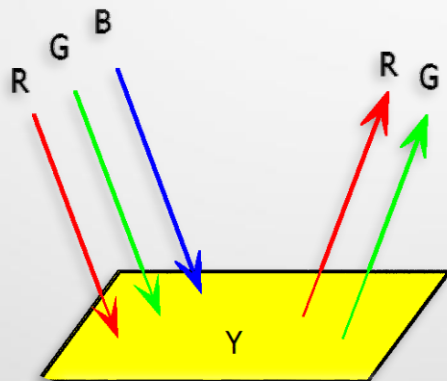
Ela está na base da teoria da estética da cor, que teve uma grande influência na utilização da cor na **arte** e no **design**.

Vamos supor agora que fazemos incidir sobre o mesmo material branco impregnado pela tinta amarela (que absorve o azul), não uma luz branca, mas sim uma luz de cor ciano (obtida através de G + B). Rapidamente, observamos que o material não apresenta a cor amarela, mas sim a cor verde, como se mostra na equação que se segue.

A ideia de formar cores através da subtracção de luz, em lugar da sua adição, proporcionou um modelo de cor apropriado à utilização de tintas, pois estas são substâncias que devem a sua aparência colorida à forma como **absorvem** a luz.

Quando se misturam duas tintas, a sua combinação absorve, em simultâneo, todas as frequências que cada uma delas absorvia isoladamente.

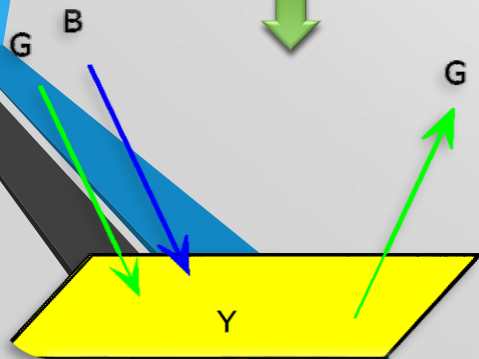
$$C - B = (G + B) - B = G$$



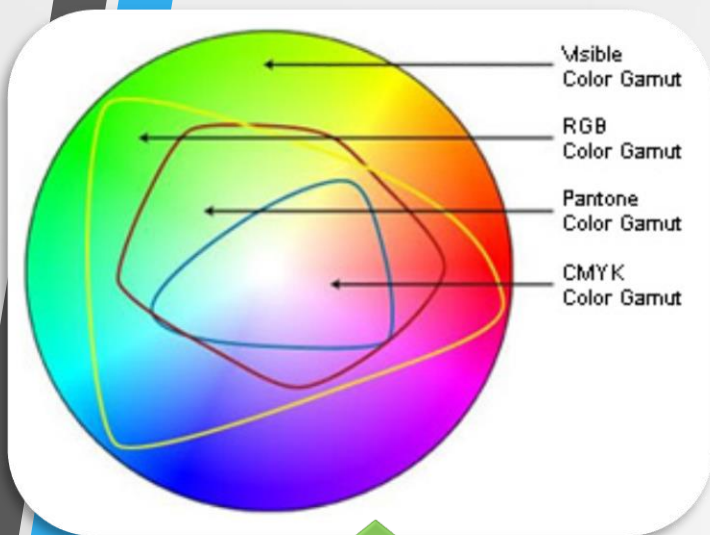
$$W - B = (R + G + B) - B = R + G = Y$$

Do mesmo modo, a tinta amarela é na realidade um pigmento que absorve a cor azul – quando a luz branca incide sobre o material branco impregnado pelo pigmento amarelo, a cor azul é absorvida e as cores vermelha e verde (amarelo) são reflectidas, tal como se mostra na equação.

Por exemplo, quando se fala de tinta ciano, está-se a referir a uma tinta que, quando é aplicada no papel branco e iluminada por luz branca, irá absorver o componente vermelho (R) da luz branca e reflectir os dois componentes restantes (B e G), que combinados produzem a cor ciano.



# Modelo de Cor Subtrativo - CMYK



Deve-se notar que nos exemplos acima considerou-se sempre as cores como saturadas ou puras.

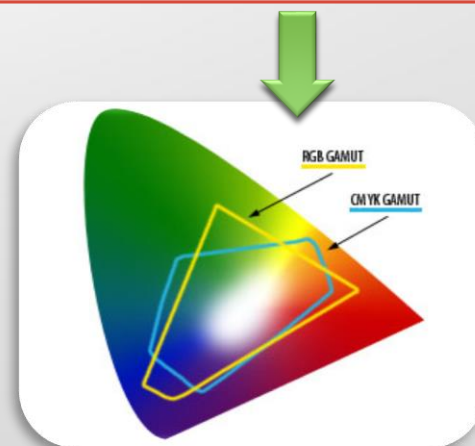
Contudo, se misturarmos diferentes proporções de C, M e Y, elas irão absorver as proporções correspondentes de, respectivamente, R, G e B, o que, teoricamente, permite produzir por subtracção a mesma gama de cores que são produzidas pela adição das três cores primárias aditivas.

Por isso, designamos as cores C, M e Y por cores **primárias subtrativas**.

O sistema *Pantone Matching System* (PMS) é um sistema muito utilizado na indústria que representa as cores por meio de um nome ou um número *Pantone*. Isto permite assegurar que, ao seleccionarmos uma cor para uma imagem que editamos no ecrã do computador, essa mesma cor será a cor impressa quando a imagem for enviada para a impressora.

Como podemos observar, quando se compara as gamas de cores RGB e CMYK, ilustradas na Figura, elas não são idênticas.

Isto significa que existem cores CMYK que não se podem apresentar num ecrã, do mesmo modo que existem cores RGB que não se conseguem imprimir em papel. Este problema de correspondência de cores coloca-se quando se pretende alterar o meio de apresentação da imagem. Por isso, é importante a existência de um sistema que faça corresponder as cores CMYK às cores RGB.



# Profundidade de Cor

O número de bits utilizado para codificar ou descrever um pixel designa-se por profundidade do pixel (*pixel depth*), profundidade da amplitude (*amplitude depth*) ou **profundidade de cor**.



A profundidade de cor representa a quantidade de informação armazenada em **bits por cada pixel**.



Por outras palavras, a profundidade de cor determina quanta informação relativa à cor está contida em cada pixel:



Uma imagem com cor RGB é normalmente representada com 24 bits – 8 bits (ou 1 Byte) por cada um dos componentes R, G e B – isto é, possui uma profundidade de cor de 24 bits, também designada por **milhões de cores**.



Com esta profundidade de cor, a intensidade de cada componente pode variar entre 0 e 255, isto é, possui 256 valores diferentes.

- A profundidade de cor para imagens a preto e branco é 1 (1 bit permite obter 2 cores diferentes).
- A profundidade de cor das imagens coloridas varia consoante o número de cores que são utilizadas na imagem. Normalmente, em aplicações multimédia, a profundidade de cor varia entre 2, 4, 8, 12, 16 e 24 bits, resultando em 4, 16, 256, 4096, 65536 e 16 777 216 cores, respectivamente.

# Resolução

A resolução de uma imagem é uma medida da quantidade de informação visual que a imagem contém por unidade de comprimento.

Por isso, a resolução de uma imagem pode ser especificada de **duas** formas distintas:

- especificando a quantidade de informação por unidade de comprimento
- ou, especificando as dimensões, em pixels, da imagem.

**Quando consideramos uma fotografia** proveniente de uma máquina fotográfica digital, também é mais correcto especificar a sua resolução em termos das dimensões em pixels da imagem, pois a mesma fotografia pode ser apresentada em dispositivos de saída com as mais variadas resoluções. Por isso, as especificações das câmaras fotográficas digitais incluem normalmente a resolução máxima da imagem que conseguem representar sob a forma da sua dimensão em pixels.

Por outro lado, a resolução também mede a definição com que um dispositivo aproxima a continuidade inerente da imagem através da utilização de unidades discretas – os pixels.

**Quando se considera uma impressora ou um scanner**, a resolução designa-se por *device resolution* e especifica-se como o número de pontos por unidade de comprimento, sendo medida em pontos por polegadas ou dpi (*dots per inch*).

**Quando se considera o vídeo**, a resolução é normalmente especificada através da dimensão dos fotogramas, ou *frames*, medidos em pixels.

Pode-se então concluir que, sabendo as dimensões em pixels de uma imagem, sabe-se imediatamente quanto detalhe está contido na imagem. O número de pontos por polegada (dpi) do dispositivo de saída permite saber qual será a dimensão **real** da imagem e com que facilidade se distinguirá cada um dos seus pixels.

# Resolução

Se considerarmos as imagens *bitmap*, isto é, a grelha de valores de pixéis, temos necessariamente que considerar as suas dimensões em pixéis.

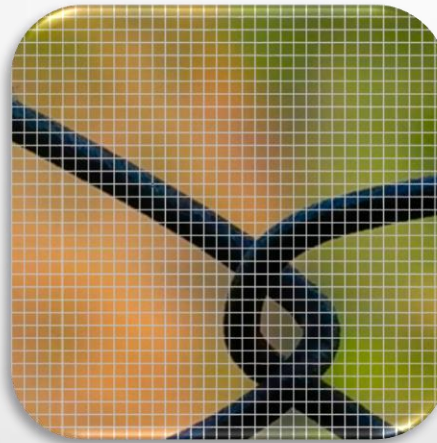


Ao contrário de um dispositivo de entrada ou saída de dados, **a imagem *bitmap* não possui dimensões físicas.**

Por isso, a dimensão física de uma imagem, quando é apresentada no ecrã ou impressa em papel, depende da resolução do dispositivo que se utilizou para a apresentar no ecrã ou para a imprimir em papel.



Por exemplo, consideremos a imagem da Figura, com 34 por 34 pixéis. Quando esta imagem é apresentada num monitor com 72 dpi de resolução, ela terá as dimensões físicas de 0,4722 polegadas, isto é, 12 mm de largura e 12 mm de altura. Contudo, se esta imagem for apresentada num monitor de alta resolução com 115 dpi, a mesma imagem já terá menores dimensões físicas: 7,5 por 7,5 mm. Finalmente, se a mesma imagem for impressa numa impressora a uma resolução de 600 dpi, ela terá ainda menores dimensões físicas: 1,44 por 1,44 mm.



Isto traduz uma experiência muito comum em multimédia: por vezes, as pessoas visualizam uma imagem com dimensões apropriadas no ecrã e, quando a imprimem, obtêm uma imagem com as dimensões de um selo de correio.



De uma forma geral, a equação que relaciona a dimensão física de uma imagem com a sua dimensão em pixéis é a seguinte:



$$\text{dimensão física} = \text{dimensão em pixéis} / \text{resolução do dispositivo}$$



# Resolução

Consideremos agora uma fotografia que foi tirada com a resolução de 2240 por 1680 pixels a partir de uma máquina fotográfica digital.

Se o utilizador o desejar, será possível imprimir esta fotografia com as dimensões físicas de uma fotografia convencional, isto é, com 6 por 4 polegadas ou 15,2 por 10,2 mm?

Analisemos duas situações:

Se a imagem for impressa com uma resolução de 300 dpi, as dimensões físicas da imagem resultante serão de 2240/300 por 1680/300, isto é, 7,46 por 5,6 polegadas. Como ambas as dimensões físicas resultantes são maiores do que as pretendidas (6 por 4 polegadas), o utilizador poderia utilizar uma ferramenta tal como o Adobe Photoshop para modificar as dimensões da imagem sem necessitar de se preocupar com a perda de qualidade.

Na realidade, a resposta depende da resolução do dispositivo em que a imagem for impressa.

Contudo, se for pretendido imprimir a imagem com uma resolução de 600 dpi, as dimensões físicas da imagem resultante serão de 2240/600 por 1680/600, isto é, 3,7 por 2,8 polegadas. Isto significa que, para não existir perda de qualidade, a imagem apenas terá no máximo as dimensões de 3,7 por 2,8 polegadas quando impressa numa impressora a 600 dpi. Se o utilizador insistir em alterar as dimensões da imagem para 6 por 4 polegadas e a imprimir a 600 dpi, obterá como resultado uma imagem com qualidade muito fraca (má definição). A solução passaria, pois, por aumentar a resolução da imagem original, isto é, as dimensões em pixels da imagem original.



# Resolução

Se a resolução natural de uma imagem for **menor** do que a resolução do dispositivo no qual será apresentada, a imagem deve ser ampliada de um determinado factor de escala, um processo que envolve a **interpolação de pixéis**.



Isto conduz inevitavelmente à perda de qualidade da imagem.



Por isso, o *designer* da aplicação multimédia deve assegurar que as imagens que utiliza na sua aplicação possuem resoluções maiores, ou no mínimo idênticas, às resoluções dos monitores nos quais se espera que a aplicação seja utilizada.

Se, por outro lado, a resolução natural da imagem for **maior** do que a resolução do dispositivo de saída, há um conjunto de pixéis que serão descartados quando a imagem for reduzida de um factor de escala para ser apresentada nas suas dimensões naturais.



Este processo designa-se por sub-amostragem ou *downsampling*.

Dado que a informação, uma vez descartada, nunca mais poderá ser recuperada, pode concluir-se que se deve manter sempre as imagens *bitmap* com uma resolução elevada, aplicando a sub-amostragem apenas quando se pretende apresentar a imagem, por exemplo num *Web browser* como parte de uma página *Web*. Contudo, as imagens *bitmap* com resolução elevada apresentam uma grande desvantagem: dado que estas imagens possuem mais pixéis, elas ocupam um espaço de armazenamento maior e demoram mais tempo a ser transferidas em redes de computadores. Contudo, mesmo a baixas resoluções, os ficheiros de imagem *bitmap* ocupam espaços de armazenamento e larguras de banda que complicam a sua utilização em aplicações multimédia. Por isso, utilizam-se técnicas de compressão para diminuir os requisitos de espaço de armazenamento consumido pelos *bitmaps*.

# Compressão e Formatos de Imagem

De uma forma geral, as **técnicas de compressão** de imagem permitem reduzir o elevado espaço de armazenamento consumido pelos *bitmaps* utilizados para representar as imagens digitais.

E podem ser de duas naturezas ou tipos:

A técnica de **compressão sem perdas** mais simples é, a técnica RLE (*run-length encoding*), mas não é a mais eficiente.

- **Compressão sem perdas** – a compressão seguida pela descompressão preserva integralmente os dados da imagem.
- **Compressão com perdas** – a compressão seguida da descompressão conduz à perda de alguma informação da imagem (que pode ou não ser aparente ao sistema visual humano).

As técnicas de compressão sem perdas mais sofisticadas podem classificar-se em duas classes: codificação de comprimento variável e codificação baseada em dicionários.

A técnica de compressão de Huffman é um exemplo de uma técnica de codificação de comprimento variável, ao passo que as técnicas LZ77 e LZ78 (utilizadas pelos formatos PNG e WinZIP) e a técnica LZW (utilizada pelos formatos TIFF, GIF e PDF) são exemplos de técnicas baseadas em dicionários.

As técnicas de **compressão com perdas** têm como base de funcionamento a eliminação de alguma da informação da imagem original, de modo a obter uma representação mais compacta.

Uma vez descartada, essa informação não poderá ser recuperada, apresentando, por isso, uma qualidade inferior quando for descomprimida e visualizada.

A compressão com perdas adequa-se a tipos de *media* que resultam de um processo de digitalização, tais como a imagem, o áudio e o vídeo, pois a sua representação digitalizada já é, na realidade, uma aproximação do sinal analógico original.

A concepção das técnicas de compressão com perdas passa pela determinação e eliminação apenas da informação que é irrelevante do ponto de vista da percepção humana (visual e auditiva). Por este motivo, diz-se que atingem rácios de compressão consideráveis sem perda **aparente** de qualidade.

# Formatos de Imagem

Existem vários **formatos de codificação** para o armazenamento de imagens em ficheiros de computador, sendo os mais comuns ilustrados na Tabela.

| Formato de codificação | Descrição   |
|------------------------|---|
| BMP                    | Formato Windows para imagens bitmap                                     |
| CGM                    | Computer Graphics Metafile – formato vectorial ISO                      |
| DIB                    | Device Independent Bitmap   |
| EMF                    | Enhanced Metafile Format – formato utilizado nas plataformas Windows    |
| GIF                    | Graphics Interchange Format – formato com compressão sem perdas         |
| JPEG                   | Joint Pictures Expert Group – formato com vários níveis de compressão   |
| PCD                    | Formato PhotoCD   |
| PCX                    | Formato do PC Paintbrush – utiliza compressão com e sem perdas          |
| PICT e PAINT           | Formatos para plataformas MacOS   |
| PNG                    | Portable Network Graphics – formato que substitui o GIF para a Web      |
| PSD                    | Formato do Adobe Photoshop – utiliza imagens RGB ou de cor indexada     |
| RGB                    | Formato original da SGI – utiliza três vectores por componente R, G e B |
| RLE                    | Run-length Encoding – para imagens BMP com compressão sem perdas        |
| TGA                    | Formato Targa da TrueVision   |
| TIFF                   | Tagged Image File Format – formato sem compressão                       |
| WMF                    | Windows Metafile Format   |

Os formatos de imagem geram ficheiros que contêm informação adicional sobre a imagem, para além do conjunto de pixéis da imagem, incluindo:

- Um identificador do tipo de ficheiro, isto é, do formato a que o ficheiro corresponde, tal como GIF ou JPEG.

- Dados sobre a codificação da imagem, tais como o tipo de compressão utilizado, as dimensões (altura×largura em pixéis) da imagem, a sua resolução natural e a profundidade de cor.

- Quando necessário, os ficheiros incluem a paleta de cores utilizada pela imagem. As paletas de cores são geralmente utilizadas para imagens com profundidades de cor de 8 bits, isto é, para imagens que possuem 256 cores.

- Finalmente, os ficheiros contêm os dados da imagem em si (os pixéis), que descrevem o aspecto de cada pixel, isto é, a informação sobre a sua cor. Estes dados surgem codificados de acordo com o formato de compressão da imagem utilizado.

# Operações de Imagem

As operações de processamento e análise de imagem mais simples permitem manipular directamente os pixéis da imagem.

Contudo, há um conjunto de operações mais complexas que permitem manipular características de mais alto nível, tais como linhas, superfícies e volumes.

As operações de manipulação de imagem mais comuns são a captura e preparação de *bitmaps* para a criação de aplicações multimédia.

Estas operações são disponibilizadas em aplicações de autoria de imagem, tais como o Adobe Photoshop e dividem-se em sete categorias principais:

- Operações de **edição**.
- Operações **sobre pontos**.
- Operações de **filtragem**;
- Operações de **composição**.
- **Transformações geométricas**.
- Operações de **conversão entre formatos**.
- Operações de **conversão de imagem**.

As **operações de edição** são as mais básicas e permitem alterar pixéis individuais da imagem. Estas operações são utilizadas sobretudo para retocar imagens e constituem a base das ferramentas de *airbrushing* e *texturing* disponibilizadas em aplicações de autoria de imagem. Estes editores de imagem também suportam as operações correspondentes a cortar, copiar e colar blocos ou grupos seleccionados de pixéis.

# Operações de Imagem

As **operações sobre pontos** consistem em aplicar uma função a cada pixel da imagem, produzindo um novo valor para o pixel baseando-se apenas no seu valor anterior. Por exemplo, a operação de *thresholding* permite reforçar a presença de limiares ou orlas. Já as operações de correcção de cor, ou *color correction*, que já analisamos anteriormente, permitem realizar a correcção de componentes individuais da cor, incluindo a correcção do brilho e do contraste, bem como o reforço ou a atenuação de determinadas cores.

As **operações de filtragem** são operações que também aplicam uma função a cada pixel da imagem. Contudo, estas operações baseiam-se em simultâneo no valor anterior do pixel e no valor dos seus *pixels* vizinhos.

As **operações de composição** permitem obter uma imagem resultante da composição de grupos de pixels de duas ou mais imagens. Estas operações permitem controlar a mistura, ou *blending*, e para controlar a criação de máscaras (zonas fixas da imagem que não serão alteradas pelo efeito de composição), permitindo, por exemplo, alterar o fundo de uma fotografia.

# Operações de Imagem

As **transformações geométricas** são operações que permitem realizar o deslocamento, a rotação e a inversão de imagens, bem como a aplicação de factores de escala a imagens. Estas operações são úteis, por exemplo, quando uma fotografia é captada na vertical e se pretende reproduzir a imagem na horizontal. As transformações geométricas também permitem realizar o posicionamento de imagens em direcções oblíquas (*skewing*) e deformar a forma envolvente das imagens (*warp*).

Dada a grande variedade de formatos de imagem existentes, surge frequentemente a necessidade de converter uma imagem de um formato para outro.



As **operações de conversão entre formatos** de imagem são realizadas pela maior parte das aplicações de autoria de imagem, que geralmente também importam e exportam imagens de, e para, vários formatos.

As **operações de conversão de imagens** incluem a compressão e a descompressão de imagens, a alteração do modelo de cor, da profundidade de cor e da resolução das imagens.



# Imagens *Bitmap* versus Gráficos

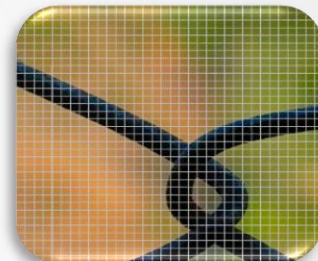
Afirmamos que os formatos de imagem *bitmap* mais comuns, tais como o TIFF ou o GIF, exigem um espaço de armazenamento muito maior, quando comparado com o espaço consumido por formatos de modelos gráficos.

Assim, se compararmos os espaços de armazenamento associados à representação *bitmap* e à representação gráfica, concluímos que, para este exemplo, a representação *bitmap* ocupa aproximadamente 43 vezes mais espaço de armazenamento do que o modelo gráfico correspondente. Se aplicássemos uma técnica de compressão de imagem tal como o JPEG, que fornece em média rácios de compressão da ordem dos 10 : 1, o *bitmap* comprimido com a técnica JPEG ocuparia 115,5 Bytes, mesmo assim ocupando um espaço de armazenamento aproximadamente 4,3 vezes superior ao ocupado pelo modelo gráfico e conduzindo a perda de qualidade da imagem.

Por sua vez, atendendo a que a imagem possui uma profundidade de cor de 8 bits por pixel e as dimensões de 34 por 34 pixéis, a representação *bitmap* ocupa um espaço de armazenamento dado por  $34 \times 34 \times 8 = 9248$  bits, isto é, 1156 Bytes ou aproximadamente 1,13 KBytes (como foi determinado acima).

Justificou-se tal afirmação dizendo que isto ocorre precisamente porque a representação *bitmap* ignora a semântica (ou o significado) da informação que representa.

Vamos agora verificar tal afirmação.



O modelo gráfico do slide 18 correspondente a este *bitmap* representa-se do seguinte modo:  
CIRCLE 17,17,16,BLACK,WHITE, isto é, um círculo com centro no ponto de coordenadas (17,17), possuindo um raio de 16, um contorno com cor preta e um preenchimento com cor branca.

Este modelo gráfico ocupa um espaço que corresponde à soma do espaço ocupado pelos caracteres que constituem o modelo gráfico. Se o conjunto de caracteres utilizado for o ISO Latin2 (8 bits por carácter), este modelo ocupa 27 caracteres (incluindo espaços)  $\times$  8 bits por carácter = 216 bits ou 27 Bytes.