

A IMAGEM DIGITAL

Willians Cerozzi Balan
Apostila Instrucional
02/11/2009

A imagem

Desde o início da história do conhecimento os filósofos mostram sua preocupação com relação definições e representatividades da imagem. O filósofo Platão assim define seu conceito para a imagem:

Chamo imagem, em primeiro lugar às sombras; seguidamente , aos reflexos nas águas e àquelas que se formam em todos os corpos compactos, lisos e brilhantes, a tudo o mais que for do mesmo gênero. (PLATÃO, 2002, p.207)

A imagem é uma representação de uma cena por meio da reflexão da luz na área enquadrada e adquirida por meio de dispositivos sensíveis a luz. Reconstruir a imagem pelo sistema visual humano é complexo, pois a imagem carrega informações que são interpretadas por um complexo conjunto de tarefas cognitivas e interpretativas para se extrair as informações transportadas. Processar e analisar imagens com auxílio de máquinas é uma ciência que permite modificar, analisar e manipular imagens digitais a partir de um computador. Os algoritmos de processamento de imagens são procedimentos realizados passo-a-passo, com alta velocidade de cálculos, para otimizar as operações de tratamento de imagens. A complexidade se torna maior quando o objetivo é tornar a imagem digital um elemento representativo de informações que possam ser transmitidas a distância com o máximo de fidelidade da imagem original.

A interpretação da imagem depende do repertório de quem a produz assim como o repertório de quem a recebe, pois obedece a fatores que transcendem a informação direta que se é apresentada pela imagem e a capacidade da percepção do receptor. Jacques Aumont (AUMONT, 1995) esclarece que:

Entram em jogo o saber, os afetos, as crenças, que por sua vez, são muitos (sic) modelados pela vinculação a uma região da história (a uma classe social, a uma época, a uma cultura). (AUMONT, 1995, p.77)

São componentes interpretativos da imagem toda relação de conteúdos históricos e culturais residentes no receptor, que permitem o elo entre a imagem, seu produtor e o próprio receptor. Jacques Aumont (AUMONT, 1995) e Donis (DONDIS, 1991) classificam a imagem em representativa, simbólica e convencional. Representativa: quando se pretende com a imagem uma cópia o mais fiel possível da realidade que representa. Simbólica: quando se transfere o conteúdo da imagem para um significado abstrato, como exemplo os ícones que indicam radiação no ambiente. Convencional: quando a relação entre a imagem e o que ela representa se trata de uma convenção.

Na classificação geral da imagem segundo Justo Villefane (VILLEFANE, 1988), elas são “naturais” quando são produzidas sem a intervenção humana e “artificiais” quando são fabricadas pela intervenção humana. Alberto Manguel (MANGUEL, 2001) complementa que as imagens que formam nosso mundo são símbolos, sinais, mensagens e alegorias que complementam mundo humano, que completam os desejos, consolidam experiências. Assim como as narrativas existem no tempo, as imagens existem no espaço.

Qualquer que seja o caso, as imagens, assim como as palavras são a matéria do que somos feitos. (...) Qualquer imagem admite tradução em uma linguagem compreensível, revelando ao espectador aquilo que podemos chamar de narrativa da imagem. (MANGUEL, 2001. P.21)

As imagens são a representação da realidade que nos cerca, emolduradas pelo recorte natural do campo de visão, cujo sentido e percepção criam significados e conduzem a reflexões ou ações. Tendo a imagem grande significância para as relações da comunicação humana, ela ganha maior importância ao ser transferida de seu espaço de origem, para localizações distantes, onde ao ser apresentada leva narrativa, conceitos, cultura, informações, emoções despertando sensações das mais diversas ao espectador remoto, que torna-se influenciado pela imagem mesmo não estando presente no local de origem. As representações na pintura, os registros na fotografia e cinema, as transmissões via satélite pela televisão podem levar as narrativas visuais no ambiente do espectador. Assim define-se a importância do conhecimento sobre as técnicas de captação e reprodução das imagens. Da pintura analógica ao registro digital, muitas técnicas foram experimentadas. Aqui será tratada a questão da imagem digital com objetivos da sua utilização na TV em alta definição.

A imagem digital

Com a abrangência dos sistemas de comunicação, com difusão de conhecimentos informações pelos diversos meios, captar, armazenar e processar imagens se tornou necessidade fundamental. Na década de 20 (BOTELHO, 2007) iniciaram-se tentativas de transmissão de imagens pelo sistema Bartlane¹, por meio de cabos submarinos entre Londres e Nova Iorque. Em 1964 a NASA realizava estudos para a aquisição, processamento e transmissão de imagens para o projeto Apollo de viagens à lua.

A primeira imagem digital que se tem registro foi realizada em 1957 por Russell Kirsch no NBS - *National Bureau of Standards* agora NIST - *National Institute of Standards and Technology*². É a imagem de um bebê, (Fig.19) numa foto de 5x5 cm. O então NBS, desenvolveu o primeiro computador programável, o Standards Eastern Automatic Computer (SEAC) (Fig. 21). Kirsch e sua equipe criaram um escâner com tambor rotativo e com ele conseguiu escanear a foto tamanho 4x3 do bebê Waldem, que entrou para a história como a primeira

¹ O sistema Bartlane é um método de transmissão de imagens adaptado para a radiotelegrafia. Este sistema foi inventado em 1920 por Bartholomew e MacFarlane, os dois do jornal *The Daily Mirror* de Londres. O invento tinha por objetivos dar agilidade a transferência de fotografias jornalísticas entre um país e outro. O nome Bartlane é a junção do nome dos inventores do método. No início do processo uma transmissão levava uma semana para transmitir uma foto reduzindo o tempo para três horas.

² NIST - *National Institute of Standards and Technology*, agência governamental dos Estados Unidos para administração de tecnologia do Departamento de Comércio dos Estados Unidos que substituiu o NBS - *National Bureau of Standards*.

imagem adquirida e armazenada pela representação digital da imagem. A foto foi registrada com 176 pixels em preto e branco.



Fig. 1 - Primeira imagem digital feita por Russell Kirsch.
Fonte: http://idgnow.uol.com.br/galerias/imagem_digital/

Russell Kirsch, (Fig. 20) considerado um dos pioneiros na computação, abriu com esta iniciativa os caminhos para o desenvolvimento dos processos de aquisição, armazenamento, processamento e difusão da imagem.



Fig. 2 – Russell Kirsch no laboratório NBS - *National Bureau of Standards*
Fonte:
http://idgnow.uol.com.br/galerias/imagem_digital/paginador/pagina_1



Fig. 3 - Computador SEAC - *Standards Eastern Automatic Computer* no NBS
Fonte: http://idgnow.uol.com.br/galerias/imagem_digital/paginador/pagina_2

Converter uma imagem para o formato digital significa transferir os elementos que a compõem para elementos representativos de cada pequeno fragmento original. O menor elemento da imagem, o *pixel*, é identificado segundo sua intensidade de nível de cinza e as cores correspondentes. Identificados, estes elementos são armazenados por códigos que podem ser reconhecidos pelo dispositivo de visualização e apresentados novamente por um dispositivo de visualização, como um monitor de vídeo ou impressora. Os códigos de cada *pixel* são armazenados em *bit*, que é definido como sendo a menor unidade de informação digital: a 1 *byte* equivalem 8 *bits*. As imagens digitais são descritas pelo número de *bits* para representar a quantidade de cores possíveis para cada *pixel*. A Microsoft desenvolveu como padrão e forma nativa para imagens digitais o formato BMP – bitmap³. Este formato possui alto tamanho em Kb (quilobites) dificultando o envio destas imagens através da internet ou para outras aplicações o que levou ao desenvolvimento de outros formatos os quais serão apresentados no decorrer desta pesquisa.

³ BMP: os arquivos BMP usam um formato bitmap do Windows. Estas imagens são armazenadas em um formato dispositivo independente bitmap (DIB). O termo "independente de dispositivo" significa que o bitmap especifica a cor do pixel em uma forma independente do método usado por um dispositivo de exibição para representar a cor.

Representação da imagem digital

Uma imagem analógica que é a (representação real da cena, para ser convertida para o formato do processamento computacional deve sofrer uma separação espacial (amostragem) e em amplitude (quantização). É feita uma amostragem normalmente uniforme de $f(x,y)$ nas direções x e y , gerando uma matriz de $M \times N$ pontos seguida de uma quantização do valor de $f(x,y)$ em níveis de cinza.

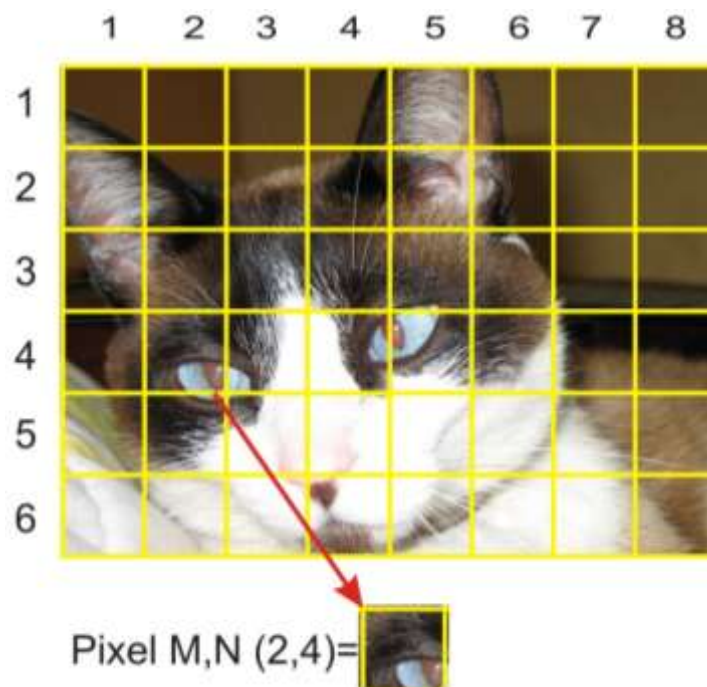


Fig. 4 – Exemplo da matriz (M,N) com destaque para o pixel (2,4)

A amostragem é a divisão do plano x,y em uma grade onde x e y serão números inteiros. Os pontos da matriz de são denominados pixels (*PICTure Elements*). Cada pixel representa uma parte da cena real, desta forma a resolução espacial da imagem é proporcional aos valores de M e N correspondentes na matriz (exemplo Fig.22). Em geral a malha de amostragem, o formato dos pixels (x,y) , é retangular, mas pode também ser triangular ou mais complexa. Os valores de cada ponto da matriz, coluna x linha (xy) , que identifica um único pixel (M,N) , devem ser escolhidos de forma a respeitar a relação qualidade da imagem \times espaço de armazenamento, em função da aplicação para a qual a imagem se destina. Para uma imagem digital com 256 níveis de cinza o número de bytes ocupados para armazenar a imagem é o produto da linha vezes a coluna da matriz.

A imagem digital precisa reproduzir os mesmos elementos da imagem original. A representação digital se utiliza das técnicas de mapeamento por área. A imagem original é dividida no menor fragmento que a compõe, o *pixel*. A figura 23 exemplifica o processo de digitalização da imagem pelo formato BMP.

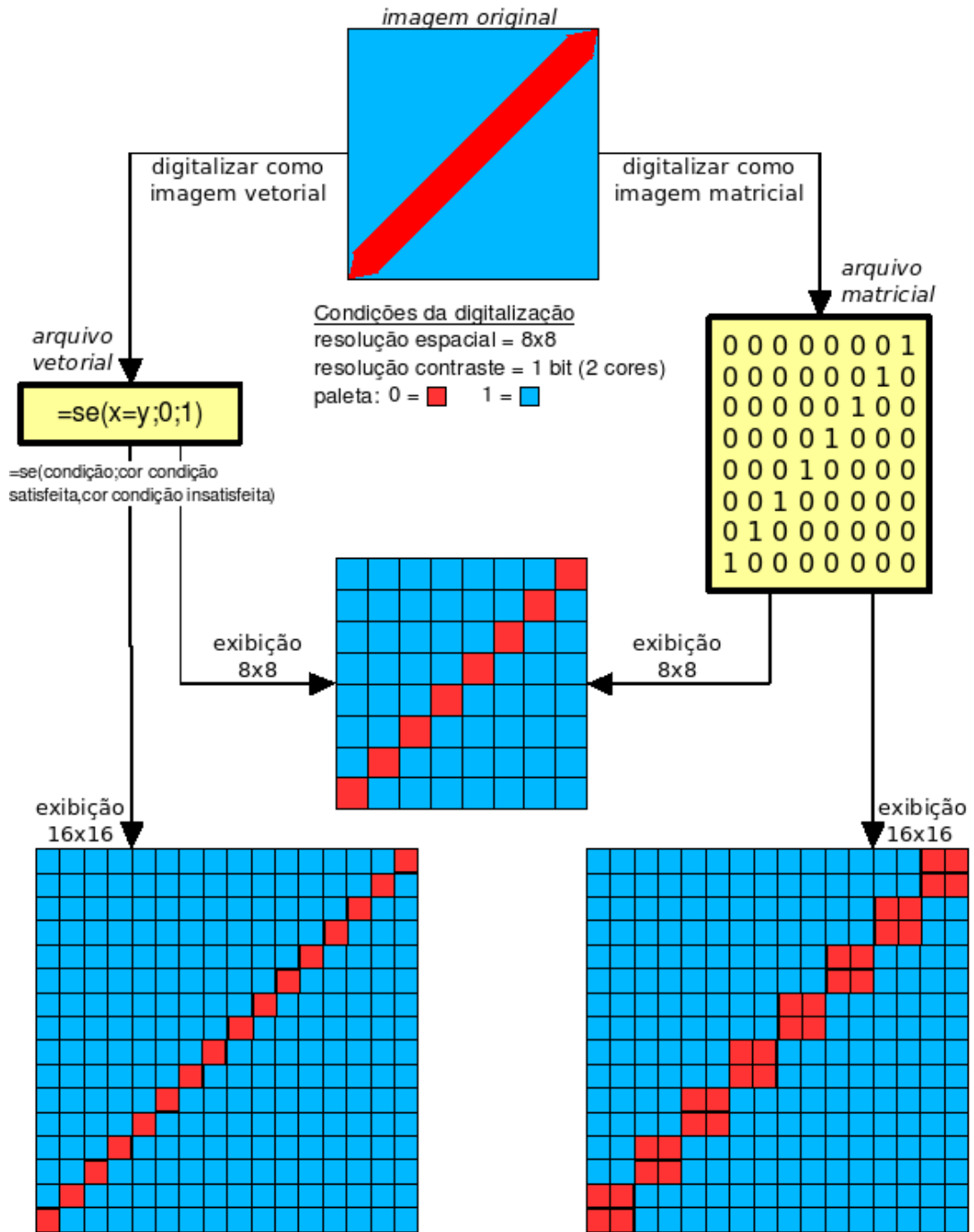


Fig. 5 - Esquema da digitalização da imagem por mapeamento BPM
 Fonte: <http://chasqueweb.ufrgs.br/~paul.fisher/apostilas/graficos/>

A estrutura do formato BMP é dividida em 4 partes, que levam as informações da imagem original para o formato digital:

- **cabeçalho de arquivo:** que contém a assinatura bitmap e informações sobre o tamanho e o *lay-out*, do arquivo, ou seja, a disposição dos dados dentro do arquivo;
- **cabeçalho de mapa de bits:** são as informações da imagem dentro do arquivo: dimensões, tipo de compressão caso haja, informações sobre as cores da imagem;
- **paleta ou mapa de cores:** é opcional utilizado em imagens que usa 16 ou 256 cores, correspondente a 4 e 8 bits/pixel;
- **área de dados da imagem contida no arquivo:** contém os dados dos pixels com as informações que permitem que a imagem seja exibida.

A imagem original pode ser convertida para sua representação digital de duas formas: como imagem de rastreio e como imagem vetorial.

Digitalização no formato de rastreio

Na digitalização no formato de rastreio, a imagem é representada por uma matriz com linhas e colunas. Cada interseção da matriz representa um fragmento da imagem onde o valor de cada *pixel* carrega as informações de nível de cinza, que são as características quanto a luminosidade daquele elemento, quanto as informações de cor, representadas pelo valor de cada componente de cor da luz registrada e nas diferentes intensidades do vermelho, verde e azul (RGB) que são os componentes de cor básicos da luz. No formato de rastreio, cada *pixel* é representado pelos valores ponto a ponto. Portanto a amostra analógica de cada pixel é única e para cada elemento original há um elemento que o representa digitalmente. Por esta razão a imagem digital gera um arquivo grande (Fig.24). Atende bem a utilização no dispositivo local de armazenamento, pois não necessita de grandes processamentos para decompor e recompor a imagem para visualização em monitor ou impressora. Porém é inadequado para a transferência de um local para outro pelos sistemas em rede.

A digitalização pelo formato de rastreio apresenta também uma característica que proporciona perda significativa nos detalhes da imagem, quando este necessita ser manipulada. Ao aumentar o tamanho da visualização, os *pixels* são repetidos na ampliação o que implica na perda de resolução.



Fig. 6 – Imagem original digitalizada em BPM – 2560x1920 pixels

A figura 25 apresenta uma ampliação da imagem em um limite ainda pouco perceptível ao olho humano que permite a ampliação sem percepção da perda de qualidade.



Fig. 7 - Imagem ampliada

Na figura 26, ampliação maior da imagem original, já é possível observar que os pixels passam a ser visíveis, reduzindo a definição dos contornos.



Fig. 8 - Imagem ampliada – perda da qualidade perceptível ao olho

A perda de definição se dá porque a imagem digitalizada pelo formato de rastreamento converte cada elemento que forma a imagem original como uma amostra ponto a ponto para a imagem digital. Ao ampliar a imagem digital, os pixels ocupam área maior no dispositivo de visualização, monitor ou impressora.

A grande quantidade de memória exigida pelo formato de rastreamento fez aparecer diversos tipos de formatos de arquivos de imagem que podem ou não usar compressão. Os mais conhecidos são: BMP, GIF, JPEG, TIFF, etc.

Digitalização da imagem no formato vetorial

Imagem vetorial é um tipo de imagem gerada a partir de descrições geométricas de formas. São diferentes das imagens em *bitmap*, pois não são geradas a partir do mapeamento dos pixels. A imagem vetorial é composta por curvas, elipses, polígonos, texto, entre outros elementos, e utilizam vetores matemáticos para sua composição. Em um trecho de desenho sólido, de uma cor apenas, um programa vetorial apenas repete o padrão, não tendo que armazenar dados para cada pixel. Cada linha descrita em um desenho vetorial possui nós, e cada nó possui alças para manipular o segmento de reta ligado a ele. Por serem baseados em vetores, esses gráficos geralmente são mais leves (ocupam menos memória no disco) e não perdem qualidade ao serem ampliados, já que as funções matemáticas se adequam facilmente à escala, o que não ocorre com imagens no formato de rastreamento as quais utilizam métodos de interpolação na tentativa de preservar a qualidade. Outra vantagem do desenho vetorial é a possibilidade de isolar objetos e zonas, tratando-as independentemente. Na representação vetorial a imagem é descrita através dos parâmetros de suas formas geométricas. Neste caso são armazenadas apenas as coordenadas de pontos, linhas e polígonos que compõe a imagem.

O formato de dados vetoriais é uma forma de representar primitivas gráficas pela representação numérica de pontos chave. Exemplos de primitivas gráficas são pontos, linhas, polígonos, curvas ou figuras geométricas simples. O trabalho de um programa para mostrar dados representados desta forma, é gerar as linhas para conectar os pontos chave ou desenhar estas linhas usando estes pontos como guia. Sempre existem atributos, como cor e largura de linha, associados aos dados, além de uma série de convenções que permitem ao programa desenhar os objetos desejados. Estas convenções podem ser implícitas ou explícitas, e apesar de serem usadas com os mesmos objetivos, podem ser diferentes de programa para programa.

Como no formato vetorial não é a imagem que é transportada e sim os códigos referenciais que compõem a imagem, ela é reconstruída no equipamento de visualização. Por isso os arquivos ficam menores, mais rápidos para transporte e no caso da ampliação, pixels são construídos para preencher os espaços que delimitam as formas. A figura 23 exemplifica o processo de digitalização no formato vetorial.

Os formatos de arquivos vetoriais mais comuns são:

- SVG (Scalable Vector Graphics): formato vetorial, criado e desenvolvido pelo World Wide Web Consortium;
- CDR: formato vetorial do aplicativo Corel Draw
- AI: formato vetorial do aplicativo Adobe Illustrator
- EPS: Encapsulated Postscript – formato digital de imagem vetorial do aplicativo Adobe Photoshop
- PDF: Portable Document Format é um formato de arquivo desenvolvido pela Adobe systems em 1993, para representar documentos de maneira independente do aplicativo, do hardware e do sistema operacional usados para criá-los. Um arquivo PDF pode descrever documentos que contenham texto, gráficos e imagens num formato independente de dispositivo de visualização e de resolução da imagem.
- PNG *Portable Network Graphics*: é um formato livre de dados utilizado para imagens, que surgiu em 1996 como substituto para o formato GIF, devido ao fato de este último incluir algoritmos patenteados.

Um exemplo de imagem vetorial muito utilizado por usuários da internet são os mapas apresentados pelo *Google Earth* e *Google maps*. O traçado de rotas e distâncias entre dois pontos solicitados é desenhado na tela do computador com rapidez e precisão por meio de imagens vetoriais.

Parâmetros para o nível de cinza e cor na imagem digital

No mapeamento da imagem original, cada pixel é convertido em um código binário que carrega as informações do pixel original. Estes parâmetros carregam as informações correspondentes ao nível de cinza, numa escala de 0 (zero) a 255 (duzentos e cinquenta e cinco) e as informações correspondente às cores, com os diferentes níveis de vermelho, verde e azul (RGB). A imagem colorida vista como um todo é definida pela visão obtida pela mistura dos elementos, como na técnica de pontilhismo em que se vista de muito perto, enxerga-se pontos, mas vista a distância, permite perceber as formas e cores resultado da mistura ótica. A imagem colorida tem cada pixel definido por três grandezas: luminância, matiz e saturação.

A **luminância** está associada com o brilho da luz. Conforme o nível de cinza permite perceber o claro e o escuro em cada ponto, com as nuances da imagem.

A **matiz** é determinado pelo comprimento de onda dominante dentro do espectro de ondas eletromagnética entre 300 nm e 700 nm, chamado de frequências visíveis, pois este comprimento de onda é o que excita as células bastonetes e cones no olho humano. Conforme o comprimento de onda é a cor dentro do espectro luminoso.

A **saturação** é o grau de pureza e intensidade do matiz. Quanto maior a saturação mais forte é a cor de determinado matiz, chamado nível de cor ou nível de croma da imagem. Resulta em cores mais fortes ou mais opacas.

A **luminância** determina o quanto a imagem é mais escura ou mais clara. O processo de digitalização envolve parâmetros de amostragem e quantização.

A quantização faz com que cada pixel $f(x,y)$ assumam um valor inteiro não negativo de intensidade luminosa (nível de cinza). Para obter uma imagem digital de qualidade semelhante à de uma imagem de televisão P & B são necessários 512 x 512 pixels e 128 níveis de cinza. Normalmente 64 níveis de cinza são suficientes para o olho humano, no entanto a maioria dos sistemas de visão artificial utiliza imagens com 256 níveis de cinza, onde 0 (zero) é o preto absoluto e 255 é o branco. Dentro de uma escala, o 0 (zero) corresponde ao preto, o 127 corresponde ao cinza médio e o 255 corresponde ao pixel branco. As imagens também podem ser binárias, ou seja, podem conter apenas 2 níveis de cinza representados por 0 e 1.

Considerando que a digitalização envolve parâmetros específicos para amostragem e quantização é necessário definir quantas amostras de pixels ($M \times N$) e níveis de cinza L são necessários para se obter uma imagem digital com qualidade suficiente para reproduzir a imagem original. O olho humano é a referência utilizada como parâmetro para reconstrução da imagem digital, portanto as amostras devem ser superiores ao mínimo necessário para superar a percepção do olho. São estes parâmetros que determinam os conceitos de resolução espacial e profundidade da imagem.

As **cores** visíveis pelo olho humano são as cores básicas da luz, vermelho, verde e azul (RGB) e suas combinações. Estas cores podem ser representadas em três bandas, o RGB e utilizam a profundidade de 1 byte por pixel. As imagens coloridas são compostas por um conjunto de 24 bits sendo 8 bits para representar as

intensidades de vermelho, 8 bits para o verde e 8 bits para o azul. Com a composição destas três cores básicas utilizando-se 24 bits/pixel, pode-se chegar ao número de até 16 milhões de cores e tonalidades distintas. Como a imagem colorida é composta pela intensidade das três cores que variam em níveis de 0 (zero) a 255 (duzentos e cinquenta e cinco), a digitalização da cor permite a codificação de 16.581.375 cores diferentes, que é o produto de $R \times G \times B$. Estudos anatômicos e fisiológicos demonstram que o olho humano consegue perceber até 350.000 cores simultaneamente, portanto a digitalização supera o mínimo necessário para reproduzir ao olho humano as cores da imagem original.

Resolução espacial e profundidade da imagem

A *resolução espacial* está relacionada com a capacidade de se distinguir detalhes e dependerá do aplicativo no qual a imagem será usada e a capacidade do monitor ou impressora, em reproduzir a quantidade de amostras apresentadas. Ao se considerar que numa área retangular de 30 cm (x) por 20 cm (y) e as amostras são uniformemente espaçadas, cada uma a cada 1 mm em x e em y, diz-se que a dimensão do pixel é de 1x1 mm e neste exemplo serão 300 x 200 pixels (x,y) dispostos horizontal e verticalmente na matriz da amostragem, resultando num total de 60.000 pixels para esta área de amostragem. Neste caso diz-se que a resolução espacial da imagem é de 300x200 pixels. O número L de níveis de quantização de x,y é normalmente uma potência de 2. Neste exemplo, L=256, são necessários 8 bits para se fazer o armazenamento. Assim diz-se que a *profundidade da imagem* é 8 bits por pixel, ou seja, 1 byte⁴ por pixel. Logo serão necessários 60 Kbytes para se armazenar esta imagem.

⁴ 1 byte acomoda 8 bits

Bibliografia

AUMONT, Jacques. **A Imagem**. Campinas(SP): Papirus, 1995.

BECKER, Valdecir; MORAES, Áureo. **A necessidade da inovação no conteúdo televisivo digital**: uma proposta de comercial para TV interativa. Disponível em: <www.tvdi.inf.br/upload/artigos/a-scpdi_03.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2009.

BOTELHO, Silvia Silva da Costa. **Processamento Digital de Imagens** - Conceitos básicos de imagens. Disponível em: <http://www.ee.furg.br/~silviacb/DIP/Conceitos_Basicos.html>. Acesso em: 16 fev. 2009.

BRASIL. Ministério das Comunicações. **Portaria nº 652**, de 10/10/2006. Estabelece prazos para implantação da TV Digital. 2006. Disponível em <www.mc.gov.br/sites/700/719/00000429.pdf>. Acesso em 01 mai. 2009

_____. Ministério das Comunicações. **Decreto nº 5.820** de 29/06/2006. Sobre a implantação da TV Digital no Brasil. 2006. . Disponível em <www.mc.gov.br/sites/700/719/00000429.pdf>. Acesso em 01 mai. 2009

DONDIS, Donis A. **Sintaxe da linguagem visual**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

DTV. **Onde já tem TV Digital?** Disponível em: <<http://dtv.org.br/materias.asp?menuid=3&id=52>>. Acesso em: 10 ago. 2009

FELDMAN, Simón. **La composición de la imagen en movimiento**. Gedisa Editorial, Barcelona, 1995.

FERRAZ, Carlos. Análise e perspectivas da interatividade na TV Digital. *In* SQUIRRA, Sebastião; FECHINE, Yvana (Orgs.). **Televisão digital**, desafios para a comunicação. Porto Alegre: Sulina, 2009.

FISHER, Paul. **Tipos de imagem digital**. Disponível em <http://chasqueweb.ufrgs.br/~paul.fisher/apostilas/graficos>. Acesso em: 14 fev. 2009

GILDER, George. **A vida após a televisão**: vencendo na revolução digital. Rio de Janeiro: Ediouro, 1996.

IDGNOW. **A primeira imagem digital**. Disponível em: <http://idgnow.uol.com.br/galerias/imagem_digital/>. Acesso em: 07 mai 2009.

LEMOS, Guido; BRENNAND, Edna. **Televisão digital interativa**: reflexões, sistemas e padrões. Vinhedo (RS): Horizonte, São Paulo (SP): Mackenzie, 2007.

MACHADO, Arlindo. **O mito da alta definição**. *In* SQUIRRA, Sebastião; FECHINE, Yvana (Orgs.). **Televisão digital**, desafios para a comunicação. Porto Alegre: Sulina, 2009. p. 223-230.

MCLUHAN, Marshall. **Os meios de comunicação como extensão do homem**, 8.ed. São Paulo: Cultrix, 1996.

MOTA, Regina. **Novos formatos para a TV digital no Brasil**. *In* SQUIRRA, Sebastião; FECHINE, Yvana (Orgs.). **Televisão digital**, desafios para a comunicação. Porto Alegre: Sulina, 2009. p. 231-246.

NEGROPONTE, Nicholas. **A Vida Digital**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

PLATÃO. **A República**. Lisboa, Europa-América, [s.d.]. *in* BOTELHO, Silvia Silva da Costa. **Processamento Digital de Imagens** - Conceitos básicos de imagens. Disponível em: <http://www.ee.furg.br/~silviacb/DIP/Conceitos_Basicos.html>. Acesso em: 16 fev. 2009.

SARAIVA, Joana. **TV digital**: novo modelo exige produção mais perfeccionista. Porto Alegre: Zero Hora. 2008. Disponível em <<http://www.clicrbs.com.br/zerohora/jsp/default.jsp?uf=1&local=1§ion=Economia&newsID=a1690585.xml>>. Acesso em 12 out.2009

SQUIRRA, Sebastião C M. **Leitura de Imagens**. São Paulo: (se), (sd).

WERNECK, Daniel Leal. **Guia de formatos de tela e resoluções de vídeo digital**. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Belas Artes. [s.e.]. 2007.

WIKIPEDIA. **Estereoscopia**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Estereoscopia>>. Acesso em: 15 out. 2009.