

Imagem Digital

João Barcelos (www.joaobarcelos.com.br)

A primeira imagem fotográfica convencional foi feita em 1826 numa placa de estanho que ficou oito horas em exposição. Vários aperfeiçoamentos se sucederam e mais ou menos na metade do século XIX a fotografia já era usada de forma corriqueira. Apenas para nos situarmos, citemos que o grande fotógrafo **Nadar** começou a fotografar as principais figuras do meio artístico parisiense em 1853 e o seu famoso retrato de **Sarah Bernhardt**, que esteve em exposição no Conjunto Cultural da Caixa RJ em 2002, foi feito em 1859 (veja Figura 1).



Figura 1: Fotografia de Sarah Bernhardt tirada pelo fotógrafo Nadar em 1859.

Sabe-se que a presença da fotografia provocou um forte impacto no mundo das artes plásticas. Primeiro negativamente, pois muitos artistas, que viviam de pintar pequenos retratos do público em geral, viram seu meio de sustento desabar quase que da noite para o dia. As fotografias eram feitas muito mais rapidamente (cerca de 15 minutos) e custavam apenas 12 centavos de francos franceses (muito menos do que se cobrava pelos pequenos retratos). Logo depois, ela passou a ser adotada como meio auxiliar de pintura, principalmente pelos

impressionistas. Mesmo os pintores retratistas passaram a usar a fotografia como um recurso para não cansar o cliente em longas horas de exposição. Um procedimento bem adotado hoje em dia.

Atualmente, os artistas têm o mundo digital à sua disposição. Uma câmara digital, um computador e uma impressora deixam nas mãos de qualquer um todos os recursos equivalente à parafernália dos laboratório fotográficos. Aqueles que trabalhavam com fotografias em preto em branco ainda podiam se dar ao luxo de trabalhar em recintos escuros de algum cômodo especialmente reservado em sua residências e, assim, ter algum controle mais direto sobre o resultado final de seus trabalhos. No caso de fotografias coloridas, nem pensar. Os altos custos e maior complexidade técnica inviabilizavam tal atividade. Agora, os arquivos de imagens podem ser diretamente manipulados com qualquer programa foto-digital, muitos deles fornecidos pelos próprios fabricantes das câmaras. Tanto cor, luminosidade e brilho podem ser diretamente melhorados. Pode-se ainda fazer impressões em casa mesmo. Entretanto, tem se tornado mais vantajoso, em termos financeiros e de qualidade, fazer isto em laboratórios especializados. O importante é que a gente já sabe qual vai ser o resultado final, pois já o vimos antes de mandar os arquivos para o laboratório.

A finalidade desta nota é apresentar alguns conhecimentos sobre a formação das imagens digitais. Não é meu objetivo mostrar como uma câmara digital deve ser utilizada. Neste ponto, cada uma tem seu próprio manual e é aí o melhor lugar para se consultar. Também não pretendo mostrar como funcionam os programas foto-digitais, como por exemplo o *Photoshop*. Há vários disponíveis e as pessoas podem ter mais familiaridade por um ou por outro. O meu objetivo é simplesmente de apresentar alguns conhecimentos que aprendi e que me ajudaram a ter um domínio maior sobre minhas fotos. Acredito que, mesmo para os que não usam os recursos foto-digitais como meio auxiliar da pintura, estas notas possam ser úteis no registro de seus trabalhos.

Começemos falando sobre a forma usual de se medir comprimentos e áreas (e também volume, mas este não virá ao caso). Para tal, especifica-se um padrão de comprimento l , que pode ser 1cm, 1m, 1 pol etc. O padrão para medir área é, então, um quadrado de lado l (área P) e a unidade correspondente de área passa a ser 1cm^2 , 1m^2 , 1pol^2 etc. Por exemplo, a Figura 2 mostra-nos um retângulo de dimensões $4l$ por $7l$. A sua área é dada, portanto, por 28 quadrados P .

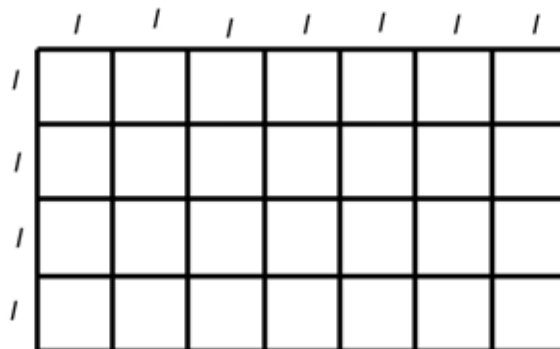


Figura 2: Retângulo de área 28 P .

Chamando cada quadrado P de Q , podemos também dizer que o retângulo possui área de 28 Q . Por outro lado, em lugar de dizer que as dimensões do retângulo acima são $4l$ e $7l$, podemos perfeitamente identificá-lo dizendo que ele possui dimensões de $4Q$ e $7Q$ (olhando para os quadrados da periferia). Isto é, estamos usando o próprio quadrado como elemento de medida de comprimento. Veja a Figura 3. Esta é a linguagem do mundo digital, onde o quadrado toma o nome de **pixel**.

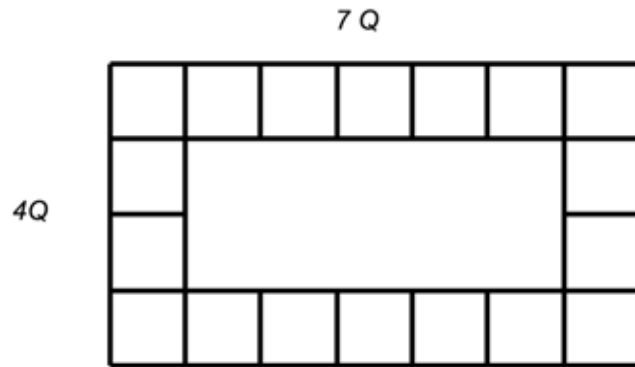


Figura 3: O retângulo da Figura 2 pode ser visto como tendo dimensões 4Q por 7Q.

As imagens numa câmara digital se processam sobre uma placa foto-sensível. Esta placa é um reticulado. Quando maior o número de quadrados da rede do reticulado, maior a resolução. Por exemplo, uma imagem de 3 milhões de pixels (3mega pixels ou 3MP) pode corresponder a uma imagem retangular de 1.500 por 2.000 pixels.

Vamos nos concentrar um pouco nesses valores. Seja uma câmara digital produzindo uma imagem de 3MP. A nossa questão agora é: Com que tamanho poderemos fazer boas fotos dessas imagens? É aí que entra um outro ingrediente importante do mundo digital, o “**pixels por polegada**”, abreviadamente apresentado como **ppi** (do inglês *pixels per inch*), ou mais comumente apresentado como **dpi** (também do inglês *dots per inch*). Este último é uma abreviação importada da linguagem das impressoras jato de tinta. Embora a idéia seja a mesma, o significado entre o que acontece nas impressoras e na formação das imagens digitais são de naturezas diferentes. Falaremos um pouco mais sobre isto adiante. Por ora, citemos apenas que pixels são realmente quadrados que agrupados formam a imagem e *dots* são pequenos pontos ejetados dos bicos dos cartuchos de tinta das impressoras.

Antes de prosseguir, talvez seja oportuno abrir um parêntese para comentar o uso dessa terminologia importada do inglês (ainda há mais como veremos adiante). Poderíamos pensar em usar **qpc** (quadrados por centímetro) em lugar de **dpi** ou **ppi**. Seria perfeitamente lógico fazer isso. Entretanto, acabamos incorporando as abreviaturas dos termos em inglês por se tornarem comuns universalmente. Um outro exemplo, conforme veremos adiante, é padrão de cores conhecido mundialmente como **RGB**, iniciais de *Red*, *Green* e *Blue* (vermelho, verde e azul). É assim que aparece nos manuais, livros etc. Em português, talvez pudéssemos fazer **VmVdA** (já que vermelho e verde têm a mesma inicial). Nesta nota, vou seguir a nomenclatura universal.

Voltemos ao caso da nossa imagem de 3MP. O novo ingrediente apresentado **ppi** (ou **dpi**) significa uma concentração no número de pequenos quadrados contidos no intervalo de uma polegada (2,54 cm). Para facilitar, consideremos uma concentração de 250 **ppi** que, diga-se de passagem, corresponde a uma concentração para imagens de excelente qualidade. Para este valor, cada quadrado teria um lado de aproximadamente 0,1 mm. A vista humana não consegue perceber isto. Uma imagem de 180 **ppi** já seria uma imagem de muito boa qualidade (*).

(*) Para os monitores de computador, em virtude da granulação da tela, a concentração de melhor qualidade é conseguida com 72 **ppi**. Não adianta colocar imagens com concentração superior pois elas não seriam vistas melhores que as de 72 **ppi**.

Consideremos, como foi exemplificado, que a imagem de 3MP corresponda a um retângulo de 1.500 pixels de altura e 2.000 pixels de largura. O lado com 1.500 quadrados (cada quadrado com a dimensão de 0,1 mm) corresponde portanto a um comprimento de $1.500 \times 0,1\text{mm} = 150\text{mm} = 15\text{cm}$. Da mesma forma, o lado com 2.000 pixels daria 20cm. Portanto, uma imagem de resolução de 3MP (sendo 1.500 por 2.000 pixels), com 250 **ppi** de concentração, daria uma foto impressa de excelente qualidade medindo 15x20 cm.

Para uma concentração de 180 **ppi**, que daria uma imagem de qualidade tal que não notaríamos a diferenças com a de 250 **ppi** (veremos alguns exemplos adiante), poderíamos ampliar a nossa foto de 1.500 x 2.000 pixels para

$$(2,54\text{cm} : 180 \text{ pixels}) \times 1.500 \text{ pixels} = 21 \text{ cm (aproximadamente)}$$

$$(2,54\text{cm} : 180 \text{ pixels}) \times 2.500 \text{ pixels} = 28 \text{ cm (aproximadamente)}$$

que é cerca do tamanho de uma folha de papel A4.

Como vemos, se a nossa intenção fosse fazer boas fotos 15x20cm, numa concentração de 180 **ppi**, não precisaríamos de uma resolução de 3MP, pois

$$15\text{cm} \times (180 \text{ pixels} : 2,54\text{cm}) = 1.063 \text{ pixels}$$

$$20\text{cm} \times (180 \text{ pixels} : 2,54\text{cm}) = 1.417 \text{ pixels}$$

Assim, em lugar da resolução de 3MP, poderíamos ter usado $1.067 \times 1.417 = 1,5 \text{ MP}$ (aproximadamente). Para fotos caseiras, aquelas de 10x15cm, a resolução de 1MP seria mais que suficiente, pois

$$10\text{cm} \times (180 \text{ pixels} : 2,54\text{cm}) = 709 \text{ pixels}$$

$$15\text{cm} \times (180 \text{ pixels} : 2,54\text{cm}) = 1.063 \text{ pixels}$$

onde 709×1.063 dá 0,75 MP aproximadamente.

Um fato importante a destacar é que para fotos de 10x15 cm, por exemplo, teremos a mesma qualidade final (para o olho humano) quer se use a resolução de 1MP ou a resolução máxima de uma potente câmara (em outubro de 2005) com 7MP.

Vamos a seguir mostrar alguns exemplos. A imagem da Figura 4 possui resolução de 764x1.114 pixels e uma concentração de 240 **ppi**. O seu tamanho é portanto de aproximadamente 8x12cm. A Figura 5 é um trecho da figura anterior contendo 380x553 pixels. Para ter novamente uma imagem de 8x12cm, diminuí a concentração de pixels para 120 **ppi**. Note que a visualização dos pixels é praticamente imperceptível, o que confirma o que disse anteriormente sobre a concentração de 180 **ppi** levar a fotos de muito boa qualidade. A Figura 6 é um trecho da Figura 5 com 190x227 pixels. A imagem de 8x12cm foi feita com uma concentração de aproximadamente 60 **ppi**. Aí já se começa a perceber o tamanho dos pixels. A Figura 7 é um trecho da Figura 6 contendo 58x58 pixels. A impressão foi feita com uma concentração de 18 **ppi** (imagem de aproximadamente 8x8cm). Neste exemplo, torna-se clara a visualização dos pixels (que têm dimensão de $2,54 : 18 = 0,14\text{cm} = 1,4\text{mm}$). A Figura 8 é um trecho da Figura 7 contendo apenas 11 por 11 pixels. A imagem correspondente de 7x7cm foi feita com uma resolução de 4 **ppi**. Neste caso, cada pixel é um quadrado de aproximadamente 0,6cm.



Figura 4: Imagem com 240 ppi



Figura 5: Trecho da Figura 4 com 120 ppi



Figura 6: Trecho da Figura 5 com 60 **ppi**. Aqui já começamos a notar a presença dos pixels.



Figura 7: Techo da Figura 6 com 18 **ppi**. Aqui cada pixel tem 1,4 mm.



Figura 8: Trecho da Figura 7 onde cada pixel possui cerca de 0,6 cm.

Vejamos, agora, como a imagem é formada. Como já dissemos, isto é feito sobre um reticulado contendo um número muito grande de pequenos quadrados que chamamos de **pixels**. Em cada um desses quadrados é registrada uma cor, que corresponde a uma determinada quantidade de vermelho, verde e azul [chamado padrão RGB, iniciais de *red* (vermelho), *green* (verde) e *blue* (azul)]. A quantidade de cada uma dessas cores básicas pode ser medida de zero a 255. O primeiro número corresponde à ausência total da cor e o último à sua intensidade máxima.

Assim, a cada pixel estão associados três números de zero a 255, um para o vermelho (R), outro para o verde (G) e mais outro para o azul (B). São, portanto, $256 \times 256 \times 256 = 16.777.216$ cores diferentes (o olho humano não tem sensibilidade para perceber as diferenças entre todas elas). O caso particular de $R=0$, $G=0$, $B=0$ é o preto e a cor resultante de $R=255$, $G=255$ e $B=255$ é o branco.

Cada um desses números desses 256 números que vão de zero a 255 se chama **byte**. Um **byte**, portanto, carrega uma informação básica no espaço digital. Entretanto, esses números não são escritos no sistema decimal usual, mas no sistema binário, onde, conseqüentemente, só há dois algarismos (o zero e o um). Esses dois algarismos chamam-se **bits**. Para se escrever 256 números no sistema binário são necessários números de oito algarismos (é por isso que se diz que um **byte** possui oito **bits**). Isto é fácil de ser visto. Como cada algarismo só pode ser 0 ou 1 (portanto, só duas possibilidades), ao todo têm-se $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 256$. Assim, uma informação básica é transportada por um conjunto de oito algarismos ou zero ou um. Cada uma das combinações corresponde a 256 números diferentes. Por exemplo, os números 0, 1, 2, 3, 4, 5, etc., expressos na linguagem decimal com oito algarismos, seriam

```
0 : 00000000
1 : 00000001
2 : 00000010
3 : 00000011
4 : 00000100
5 : 00000101
6 : 00000111
7 : 00001000
```

E assim por diante. O último número, 255 (não é 256 porque começou-se do zero) é 11111111.

Vê-se, então, que uma imagem digital nada mais é do que um conjunto (muito grande por sinal) de zeros e uns. A memória do computador interpreta cada subconjunto de três **bytes** e o associa a uma certa cor. Contrariamente às imagens fotográficas usuais, cujo maior problema é as cores ficarem fugitivas com o tempo, as cores são registradas no mundo digital permanecem inalterada, pois os **bits** não mudam. Portanto, as imagens digitais nunca “perdem a cor”.

Voltemos ao nosso exemplo inicial de uma imagem com 3MP. Como ao registro de cada pixel estão associados 3 bytes, precisaríamos, portanto, de 9 milhões de bytes (9MB) para o registro total desta imagem. Quem possui alguma experiência com a ordem de grandeza dos arquivos em computadores sabe que uma arquivo de 9MB é muito grande, principalmente para armazenar fotos, digamos, de 15x20 cm, mesmo que sejam de excelente qualidade.

O que acontece é que há várias maneiras de se fazer o registro de uma imagem. Algumas delas simplificam e as informações de vários pixels podem ser compactadas em poucos **bytes** (o que pode naturalmente levar a uma perda de qualidade). Os arquivos associados a cada um desses processos recebe uma terminação específica. Têm-se por exemplo, **.jpg**, **.gif**, **.tif**, **.bmp** etc. As imagens gravadas em **.jpg** têm sido as mais populares devido ao padrão de qualidade para um número relativamente pequeno de **bytes**. Esta é a forma em que opera a maioria das câmaras digitais. Para trabalhos fotográficos importantes são preferidas imagens de maior qualidade, por exemplo em **.tif** (que podem ser obtidas por câmaras digitais profissionais).

Vou a seguir apresentar alguns exemplos. A imagem da Figura 9 foi feita com uma câmara digital Sony S40 na resolução fina (a imagem é em **.jpg**, mas a compressão dos pixels é menor que no caso usual) de $960 \times 1280 = 1.228.800$ pixels (que a máquina diz ser resumidamente de 1MP). A imagem apresentada está numa concentração de 270 **ppi**.

A quantidade de **bytes** para fazer o registro desta imagem seria, pelo que vimos acima de que para cada **pixel** precisaríamos de 3 **bytes**,

$$1.228.800 \times 3 = 3.686.400 \text{ bytes}$$

Em **.jpg** foram necessários 605.809 bytes. Como vemos, houve uma contração de cerca de seis vezes do número de **bytes** inicialmente necessários. Para se ter uma idéia da qualidade de uma imagem em **.tif**, salvei a mesma imagem acima (usando o *Photoshop*) nesta terminação. O número correspondente de **pixels** passou para 3.702.372. Como vemos, praticamente o número de pixels que teoricamente seriam necessários para registrar totalmente a imagem.

Antes de prosseguir, acho oportuno fazer algumas observações.

- (i) Quando passei a imagem de **.jpg** para **.tif**, não significa que tenha recuperado com precisão todas as características iniciais da imagem. É claro que não. Quando a salvei em **.jpg**, algumas dessas características foram irreversivelmente perdidas. O que aconteceu nesta transformação de **.jpg** para **.tif** foi que houve um registro fiel dos pixels que estavam formando a imagem da Figura 9.
- (ii) Entretanto, isto não quer dizer que haveriam diferenças muito significativas entre as imagens caso minha câmara pudesse ter feito o registro ou em

.jpg ou em **.tif**. O processo **.jpg** é bastante inteligente e a compressão dos pixels em quase nada altera a qualidade final da imagem.

- (iii) Isto também não significa que ficar manuseando uma imagem muitas e muitas vezes em **.jpg** possamos garantir que a última imagem terá a mesma qualidade inicial. Não terá. Pode até ser que as perdas sejam imperceptíveis, mas, para trabalhos de qualidade, sugere-se, mesmo que a imagem tenha sido registrada em **.jpg**, transformá-la inicialmente para **.tif** e, ao final, passar o resultado para **.jpg** novamente. Isto garante de não haver perdas nos processos intermediários.



Figura 9: Imagem de 960x1280 pixels numa concentração de 270 ppi

Podemos observar que as condições de luminosidade de quando a foto da Figura 9 foi obtida não estavam muito propícias, levando a uma região muito escura de sombra. Isto pode ser facilmente consertado em qualquer programa foto-digital. Fiz isto no *Photoshop*, com a imagem em **.jpg**, dando um brilho de +50 e um contraste de +15. O resultado encontra-se registrado na Figura 10. É interessante mencionar que o número de **bytes** desta nova imagem passou para 616.032. Para mostrar o que falamos da qualidade da imagem em **.tif**, fiz a mesma mudança sobre a imagem da Figura 8 que tinha passado para **.tif**, o resultado final ficou com o mesmo número de **bytes** (às vezes há alguma mudança, mas muito menor do que no caso da imagem em **.jpg**).

Acho importante fazer mais uma observação. No caso de se guardar arquivos de imagens, seria melhor guardar o da Figura 9 do que a da Figura 10. Para justificar o que estou falando, suponhamos que em lugar de uma modificação em +50 e +15 no brilho e contraste, tivéssemos feito +50 e +50. O resultado está expresso na Figura 11. Se nesta imagem passássemos brilho e contraste para -50 e -50, não voltaríamos ao caso inicial da Figura 9. O resultado final seria algo bem distorcido como mostra a Figura 12. É também

importante frisar que o mesmo aconteceria com a imagem em **.tif**. Este é um problema do *Photoshop* (que é o melhor programa foto-digital que existe) e não do processo de como a imagem foi registrada.



Figura 10: Imagem obtida a partir da Figura 9 com correção de brilho em +50 e contraste em +15



Figura 11: Aqui a correção foi de +50 e +50 em brilho e contraste sobre a imagem da Figura 9.



Figura 12: Fazendo uma correção de -50 e -50 na imagem anterior não voltamos ao caso inicial.

Assim, em resumo, é melhor deixarmos no arquivo as imagens como saem da câmara digital. Só devemos mexer na cópia que vamos mandar para impressão ou usar em algum outro lugar.

Para entender um pouco melhor o mecanismo de compressão de **pixels**, seja o seguinte exemplo. Construí no *Photoshop* um quadro de fundo transparente de 1.000×1.000 **pixels** (o que corresponde a um reticulado de 1MP), numa concentração de 300 **ppi** (cada lado do quadro possui, portanto, 8,47 cm). Preenchi-o com um verde dado pela seguinte combinação $R=100$, $G=200$ e $B=150$. O resultado está registrado na Figura 13. Como há um milhão de **pixels**, precisaríamos, teoricamente, de 3 milhões de **bytes** (3MB) para registrar esta imagem. Como ela é uma imagem simples, pois só possui uma cor (todos os **pixels** possuem a mesma cor), o processo **.jpg** faz uma compressão muito grande e a imagem salva em **.jpg** possui apenas 38.823 **bytes**. Já a mesma imagem do *Photoshop* salva em **.tif** possui um número de **bytes** igual a 3.079.724, que é bem próximo do valor teórico de 3MB.

O caso da imagem da Figura 14 foi feita no mesmo quadro de 1MP. Ela possui uma estrutura de cor um pouco mais complexa que o caso anterior (os retângulos superiores foram feitos com as cores básicas, em intensidade máxima, do vermelho, verde e azul. Os inferiores com a combinação duas a duas destas cores). A imagem salva em **.jpg** possui agora 52.562 **bytes**. Já a salva em **.tif**, novamente se aproxima do valor teórico de 3MB, com uma quantidade de **bytes** dada por 3.088.604.



Figura 13: Imagem com 38.823 bytes em .jpg e 3.079.724 bytes em .tif

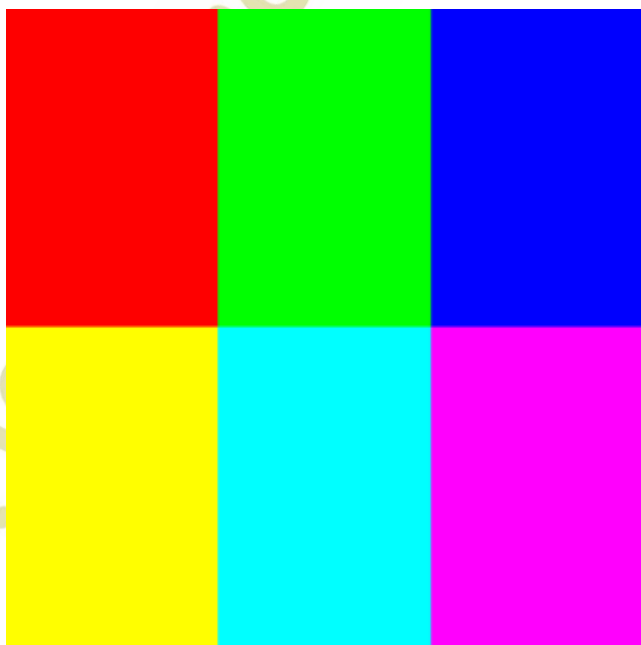


Figura 13: Imagem com 52.562 bytes em .jpg e 3.088.604 bytes em .tif

Para concluir, falemos nos **dpi** das impressoras. Uma impressora de boa qualidade fornece uma resolução de 1200 **dpi** em cada direção (vertical ou horizontal). Isto significa que ela é capaz de colocar 1200 pontinhos de tinta num intervalo de 2,54cm. Não há

problema algum em usar esta impressora para uma foto de 300 **ppi** por exemplo. É fácil ver que haveria 16 pontinhos em cada **pixel** da foto. O problema seria se o **pixel** fosse menor que o **dot** da impressora.

www.joaobarcelos.com.br