

SENSITOMETRIA

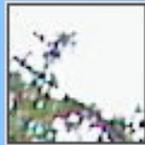
2º ANO - FOTOGRAFIA



Rui Gonçalves

Performance Digital

Artefactos da Imagem



Blooming



Aberração Cromática



Jaggies



JPEG



Maze



Moiré



Ruído



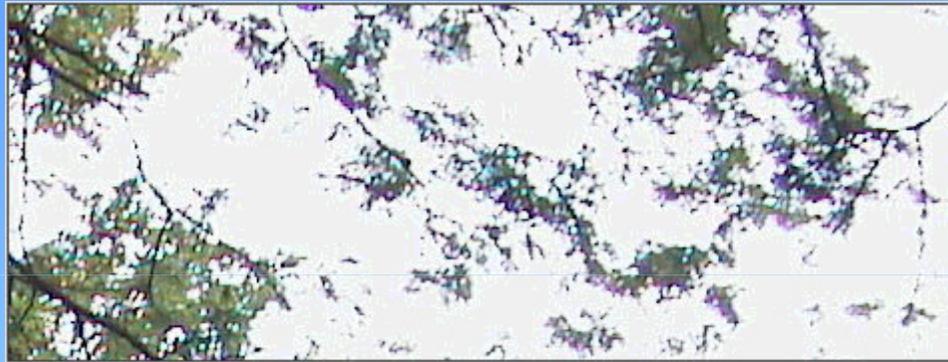
Indefinição dos bordos

Performance Digital

Artefactos da Imagem



Blooming



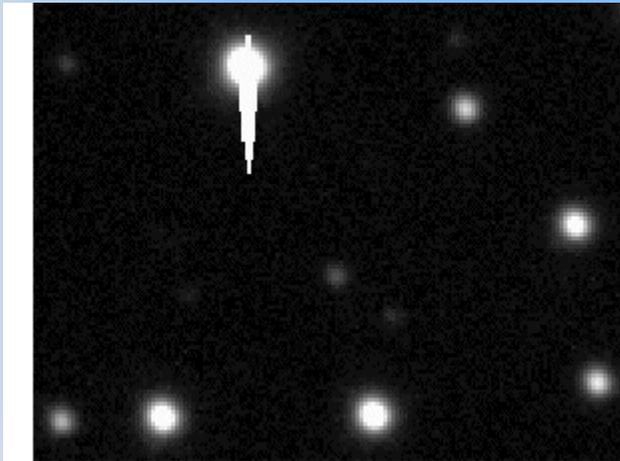
Os pixels têm um limite para o número de electrões que conseguem guardar. Quando a intensidade luminosa é muito intensa, esse limite é excedido e os electrões em demasia são capturados pelos pixels adjacentes, e o pixel (ou ou pixels) em questão ficam saturados, agravando também qualquer defeito de aberração cromática existente. Perdemos assim, ao mesmo tempo a resposta linear que caracteriza os CCD/CMOS. Para obviar este fenómeno existem os CCD/CMOS *anti-blooming*, com canais de drenagem de excesso de carga por entre as colunas de pixels. A partir de um valor estabelecido de electrões, estes são retirados. Perdemos mais uma vez a resposta linear do CCD/CMOS a partir daí. O *factor de preenchimento* para este tipo de CCD/CMOS *anti-blooming*, é consideravelmente menor, da ordem dos 70%.

Performance Digital

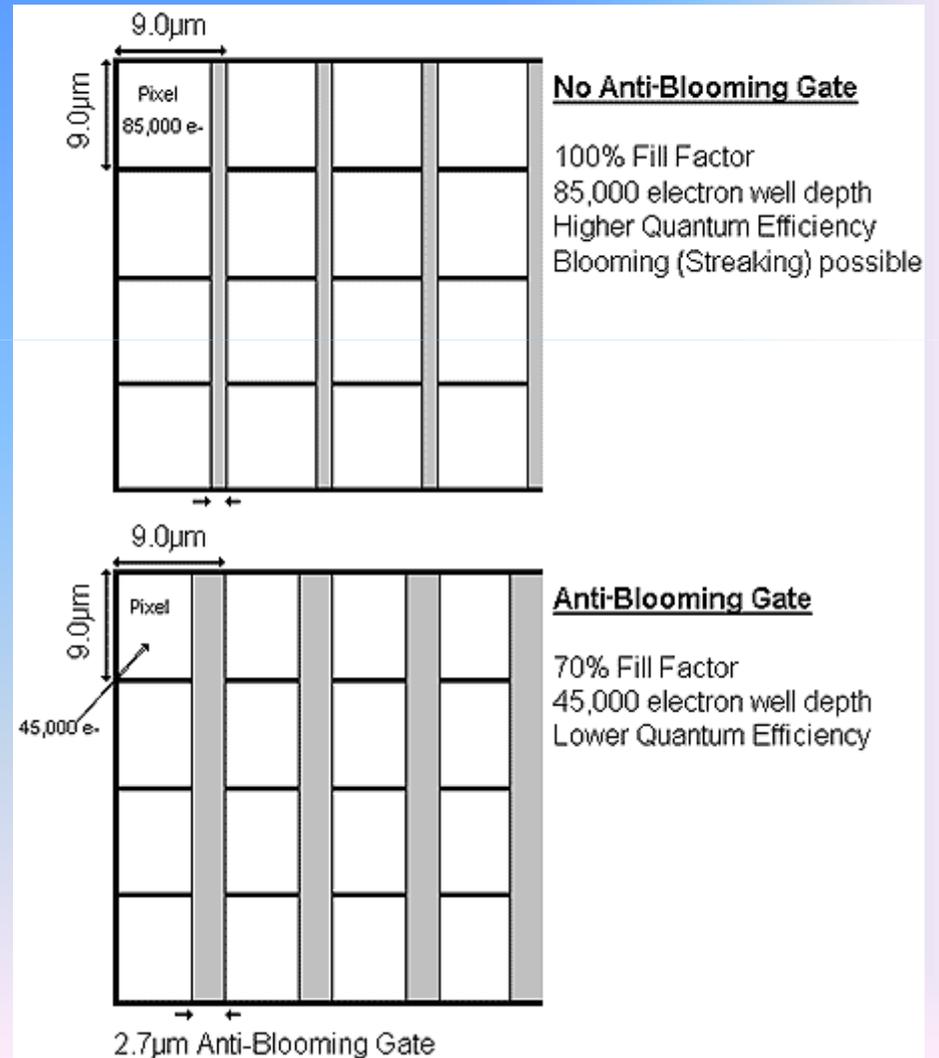
Artefactos da Imagem



Blooming



Exemplo de *blooming* numa imagem estelar, causado por uma estrela brilhante.



Performance Digital

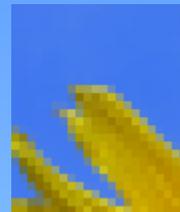
Artefactos da Imagem



Jaggies
(*aliasing*)



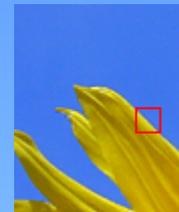
76.800 px



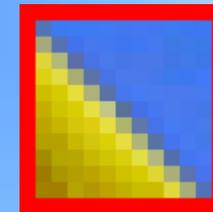
307.200 px



1,2 Mpx



5 Mpx



amplificação 8x

São consequência do formato quadrado dos nossos pixels.

Quanto maior resolução (maior número de pixels) menor é o efeito, no entanto ele está sempre presente.

Felizmente o nosso sensor CCD/CMOS funciona naturalmente como um sistema *anti-aliasing*, pois os pixels na zona de transição recebem informação (luminosidade) de ambas as zonas da imagem, o que suaviza a transição, diminuindo os *Jaggies*.

Para obviar os *Jaggies* perdemos bordos bem definidos. Quando aumentamos a definição (*sharpening*) temos um agravamento deste efeito.

Performance Digital

Artefactos da Imagem



Moiré



Maze

Se o objecto em causa têm mais detalhe do que a resolução do nosso conjunto sensor CCD/CMOS + objectiva, um padrão de ondas (*moiré*) surge sobre o nosso objecto na imagem. Este efeito de interferência pode ser reduzido com filtros de *anti-aliasing*, com a consequente perda de definição na imagem.



Exemplo de ondas de Moiré



Ausência de ondas de Moiré. Imagem obtida com uma resolução superior



Sobreposto a este efeito, devido aos algoritmos de processamento interno de imagem das nossas máquinas digitais, podemos ter ainda artefactos tipo *maze*.

Performance Digital

Artefactos da Imagem



Moiré



Maze



Aparecimento de bandas de *moiré*, nas estruturas horizontais da parede da casa (ripas de madeira) e na cerca vertical.

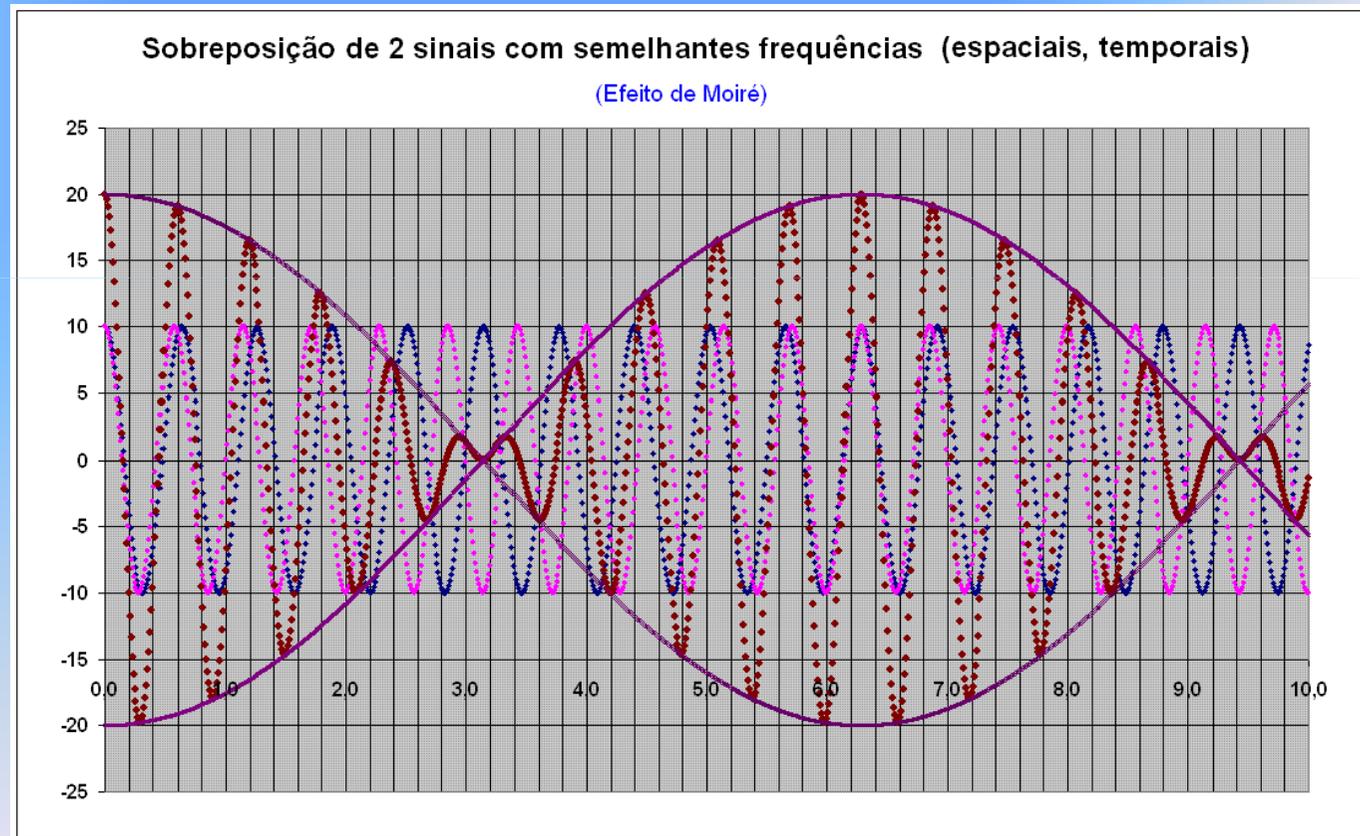
Performance Digital

Artefactos da Imagem



Moiré

O efeito (artefacto) de *Moiré* resulta da interferência (espacial ou temporal) de sinais com frequências muito próximas.



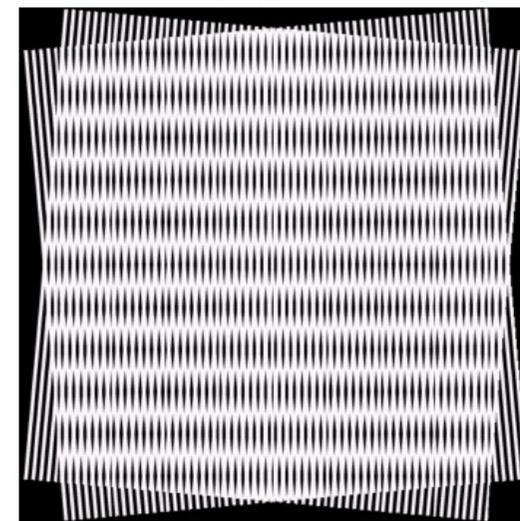
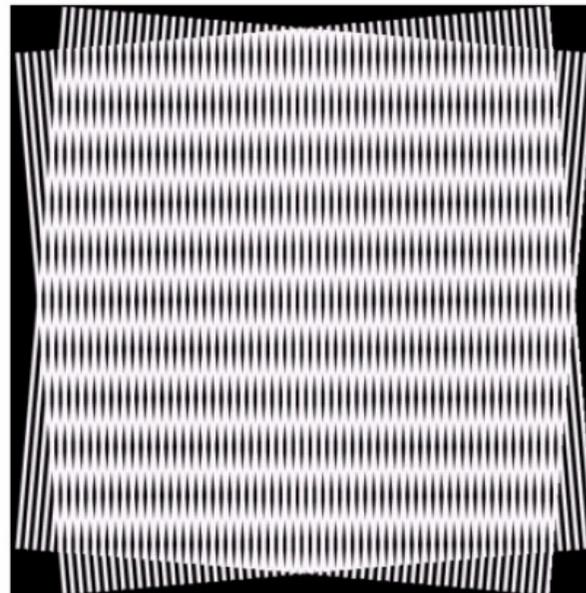
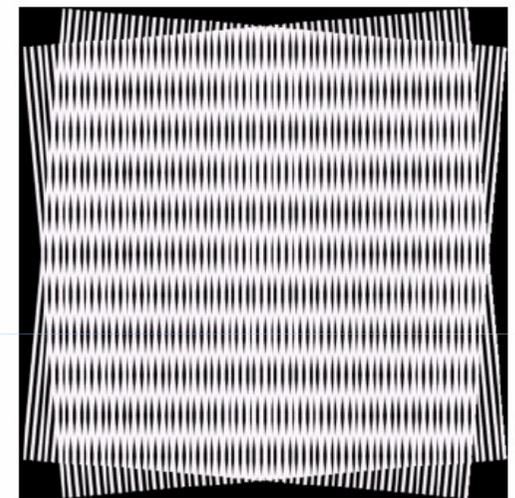
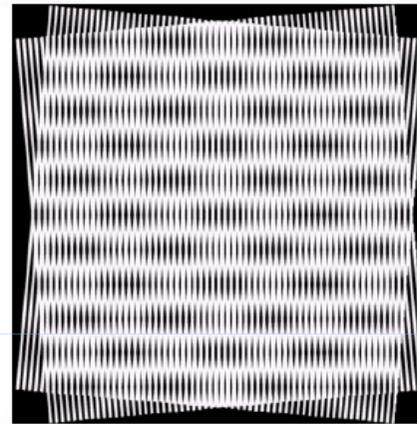
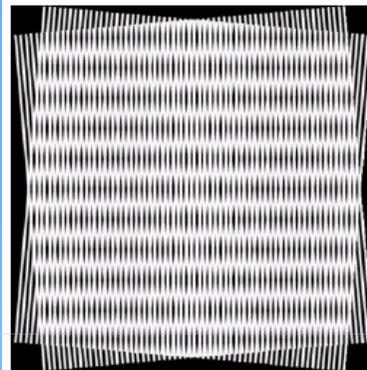
Interferência de dois sinais (azul e lilás), resultando num sinal de grande escala (castanho).

Performance Digital

Artefactos da Imagem



Moiré

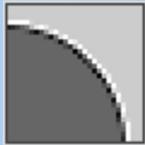


Efeitos de *moiré* resultantes da interferência de dois padrões de bandas iguais.

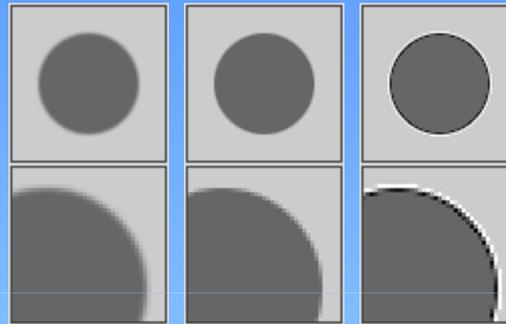
O efeito resultante depende da posição relativas das bandas e do seu respectivo ângulo de inclinação.

Performance Digital

Artefactos da Imagem



**Indefinição
dos bordos**
(*sharpening*)



Na imagem temos dois tipos de resolução: - a que o sistema óptico + sensor CCD/CMOS nos permite, e a que “podemos criar” via algoritmos (*software*). Esta última não passa de uma “ilusão de óptica”, pois o que acontece é um aumento artificial do contraste nos bordos.

Uma maneira de o evitar é usando o formato de registo RAW, pois podemos posteriormente (se for necessário) corrigir este efeito. Todos os outros formatos aplicam automaticamente *sharpening* na imagem (em maior ou menor grau, passível de ser controlado nas mais avançadas máquinas).

Performance Digital



JPEG

Artefacto / Formato de Imagem

O formato mais comum usado em imagem digital, é o formato JPEG (*Joint Photographic Experts Group*), por ser o mais compatível com todos os actuais meios e por permitir uma compressão no arquivamento da imagem com um factor de 10 a 20 vezes, quando comparado com o formato original não comprimido, isto sem uma perda significativa na qualidade da imagem.

O formato JPEG é um re-arranjo da informação da imagem, em detalhe e em cor. A compressão é sempre mais acentuada no domínio da cor, visto os nossos olhos serem mais sensíveis ao detalhe do que às variações de cor. Na parte espacial, ocorre uma separação entre o detalhe grosseiro e detalhe fino, sendo este último preterido, uma vez que os nossos olhos são mais sensíveis ao detalhe grosseiro.

A compressão é feita a partir da divisão da imagem em “super pixeis” de 8 x 8 pixeis (*binning* de 8x8), seguida de processamento no domínio espacial da imagem.



100% JPEG
compressão 6x

80% JPEG
compressão 10x



60% JPEG
compressão 20x



10% JPEG



Performance Digital



Ruído

Redução de Ruído

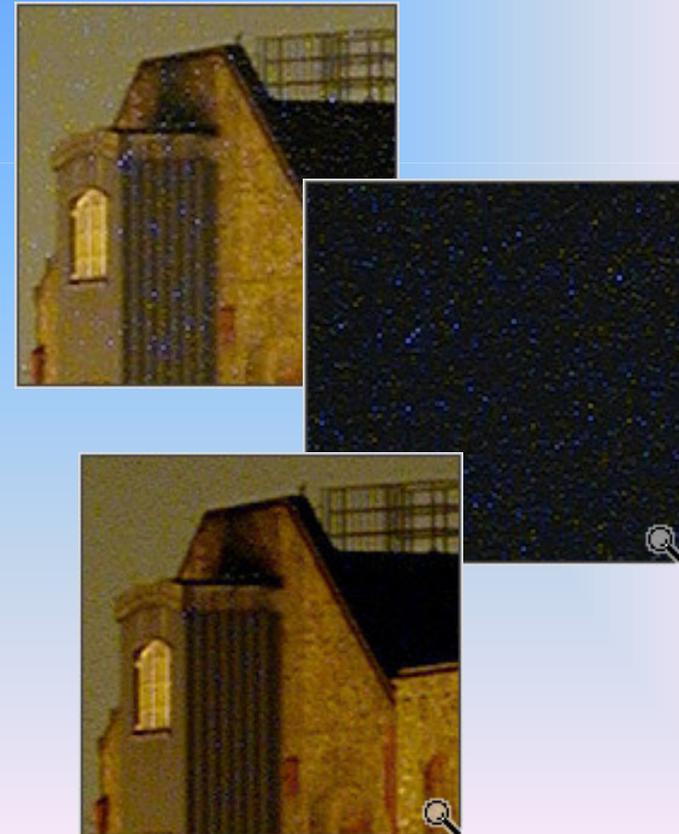
A redução / remoção de ruído nas actuais máquinas digitais ocorre de duas maneiras diferentes, consoante a aplicação. Existe a redução quando usamos exposições com elevada sensibilidade (ISO) e/ou a redução quando fazemos imagens de longa integração.

Redução de ruído com elevado ISO

Apenas algumas máquinas digitais têm esta técnica implementada, o qual assenta num sofisticado algoritmo e na elevada capacidade de processamento da máquina. A redução de ruído ocorre quando a imagem RAW é convertida para exportação.

Redução de ruído de longa integração

Com a obtenção de uma “imagem escura” (antes ou após) a nossa imagem, podemos por subtracção reduzir o ruído nas nossas imagens de longa integração. Podemos realiza-la por nossa iniciativa ou nos modelos mais avançados ela é feita automaticamente



Performance Digital

Compressão

A compressão das nossas imagens pode ser de dois tipos: um, no qual não perdemos informação (como nos habituais Zip, WinZip) e outro no qual perdemos informação, isto é, já não conseguimos reproduzir o original (como no formato JPEG).

Exemplo de tamanhos de formatos num sensor 5 Mpx.

Image Format	Typical File Size in MB	Comment
Uncompressed TIFF	14.1	3 channels of 8 bits
Uncompressed 12-bit RAW	7.7	1 channel of 12 bits
Compressed TIFF	6.0	Lossless compression
Compressed 12-bit RAW	4.3	Lossless compression
100% Quality JPEG	2.3	Hard to distinguish from uncompressed
80% Quality JPEG	1.3	Sufficient quality for 4" x 6" prints
60% Quality JPEG	0.7	Sufficient quality for websites *
20% Quality JPEG	0.2	Very low image quality

De notar que o tamanho efectivo depende do pormenor existente em cada imagem. Se tomarmos uma imagem a 80% JPEG, ela terá em média 1,3 Mb. Se a imagem contiver grandes áreas uniformes, então podemos ter somente 0,8 Mb. Se o pormenor for muito podemos ter 1,7 Mb.

Performance Digital

Formato “Raw”

O registo da imagem pode ser guardado em vários formatos. Dos vários existentes, o formato *raw* (em bruto, não processado) é o que contém a informação tal como ela é colectada no sensor, antes de qualquer processamento na máquina digital ou no computador.

A vantagem do formato *raw* é o de podermos reconstruir funções aplicadas durante a obtenção da imagem (*sharpening*, balanço de luminância e de cor, etc). Como temos imagens a 12 bit, temos acesso a informação que em outros formatos é completamente perdida devido a uma menor digitalização.

A desvantagem do formato *raw* é que o formato está muito ligado com o sensor e a máquina que lhe dá origem, e temos muitas vezes de usar *software* nativo para processar a imagem. A abertura e processamento deste formato é também mais lento. Para ultrapassar este problema, algumas marcas oferecem a possibilidade de registar as imagens em dois formatos distintos.

Performance Digital

Formato TIFF

O formato TIFF (*Tagged Image File Format*) é um formato universal de imagem, compatível com quase todos os programas de processamento e visualização de imagem. Tal como o formato JPEG, apenas suporta 8 bit por canal. No entanto nos computadores (PC e Mac) o formato TIFF pode ser a 16 bit por canal em multicamada, sendo por isso muito usado na indústria de impressão.

- Alguns *scanners* de qualidade usam uma digitalização a 16 bit por canal no formato TIFF.
- Se disponível é preferível o uso do formato *raw* ao formato TIFF nas nossas máquinas digitais.

Performance Digital

Meios de Registo

Temos actualmente no mercado um razoável número de cartões de registo – o que é natural num produto em expansão, mas que não nos facilita a vida.

Os cartões de registo – são o nosso “filme”, o suporte onde ficam registadas as nossas imagens. (nos modelos muito compactos, apenas temos um memória flash embutida).



PCMCIA PC Card – compatível com o PC. Devido ao seu grande formato, é mais usado nas SLR. Pode ter já muitos Gb de capacidade.



Compact Flash – é o formato mais usado actualmente. Temos dois tipos; o I onde podemos ter até 256 Mb, e o tipo II, onde atingimos o Gb de capacidade.



SmartMedia – em 64 e 128 Mb. A máquina digital tem de reconhecer o *chip* do cartão.
Sony MemoryStick – em 128 e 256 Mb, apenas máquinas Sony.

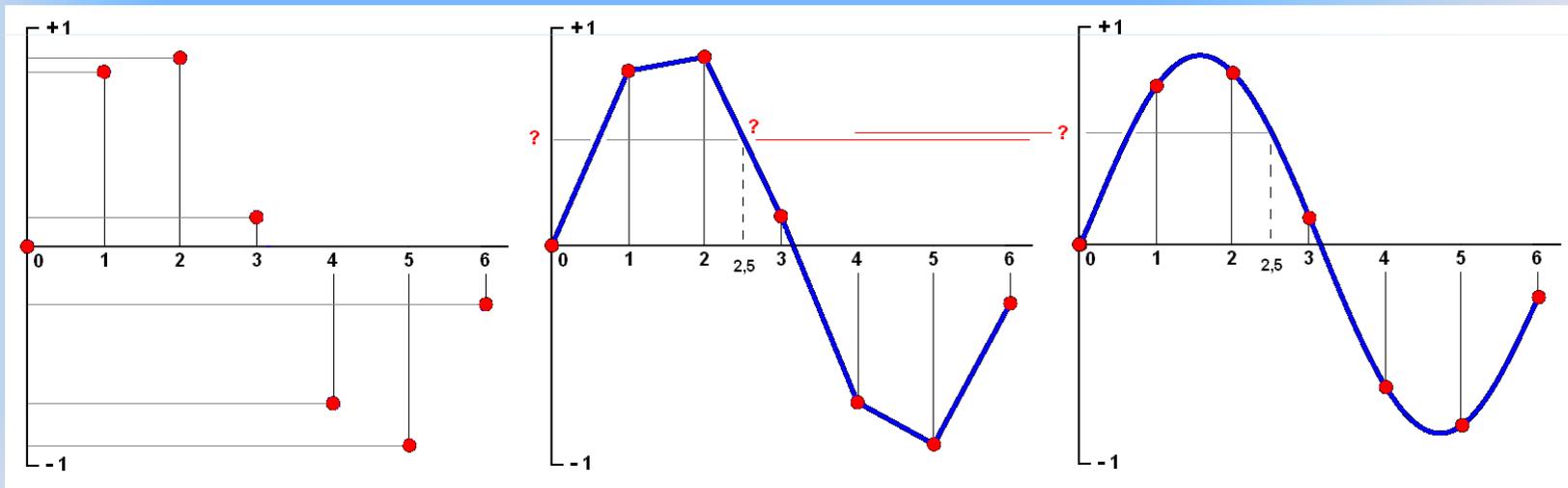
Performance Digital

Interpolação

Método ou técnica matemática de obtenção de informação adicional a partir de um conjunto de dados discretos pré-existentes.

Interpolação – significa que os pontos extra são pontos interiores ao domínio, (p.ex. 2,5)

Extrapolação – significa que os pontos extra são pontos exteriores ao domínio, (p.ex. 6,5)



Dados disponíveis

Interpolação linear

Interpolação polinomial
(grau > 1)

Performance Digital

Interpolação

A interpolação (por vezes chamada de re-amostragem – *resampling*) é um método de imagem para aumentar o tamanho da imagem digital. Algumas máquinas digitais usam esta técnica de interpolação, para produzir uma imagem maior do que o sensor digital com que estão apetrechadas permite, ou para criar um *zoom digital*. As modernas máquinas digitais, estão também equipadas com vários modos distintos de interpolação. Quanto “suaves” (*smooth*) as imagens se nos apresentam, sem introduzirmos *jaggies* (pixelização) depende da sofisticação do algoritmo usado pela máquina.

O método de extrapolação produz sempre um pior resultado que o método de interpolação. Para evitar isso a “informação criada” nas nossa imagens é sempre por interpolação. O problema da informação nos pixels-fronteira (no bordo da imagem) é resolvido usando a margem adicional de pixels de moldura, que são lidos, mas não fazem parte integrante da imagem final.



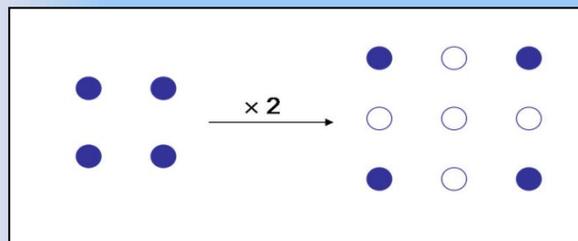
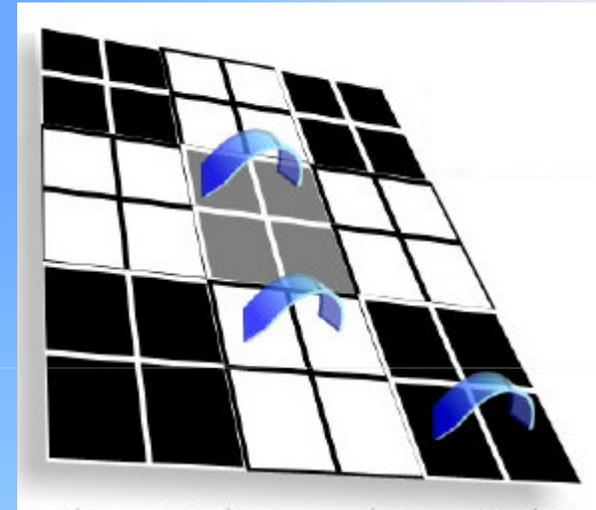
Imagem de 106 x 40 pixels

As imagens nos slides seguintes estão ampliadas 4,5 vezes em relação a esta imagem original, por diferentes técnicas de interpolação.

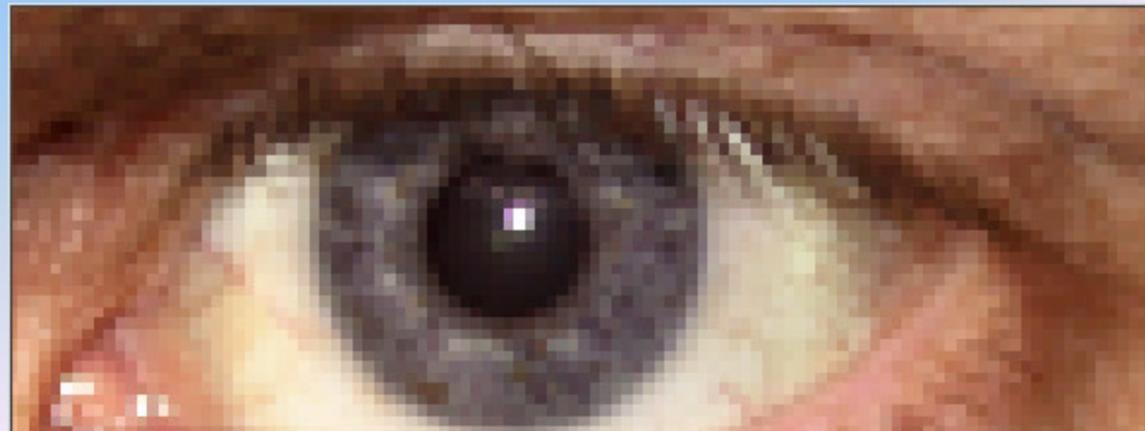
Performance Digital

“Interpolação” via pixels vizinhos

Quando aumentamos (ou diminuimos) o tamanho das nossas imagens digitais, o modo mais simples para o fazer é através da chamada “interpolação” via *pixels vizinhos* (pixels mais próximos). São tomadas as cores e a luminância dos pixels vizinhos para formar o novo pixel, o que resulta muitas vezes numa pixelização e *jaggies* (pode ser útil para uma inspeção cuidada, de pormenor da imagem).



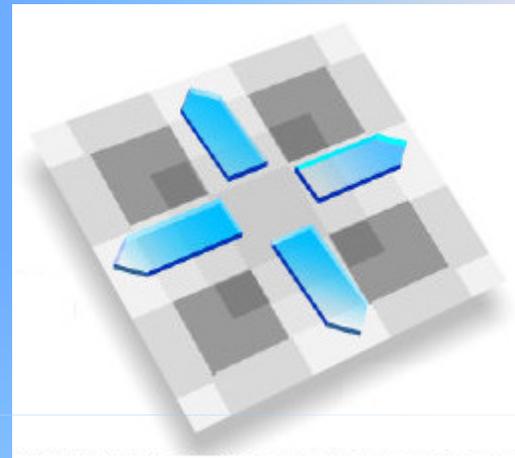
477 x 180 pixels



Performance Digital

Interpolação bilinear

Interpolação bilinear produz bordos relativamente mais suaves, com quase nenhum efeito de *jaggies*. O pixel criado por esta função bilinear, usa a informação dos 4 pixels na matriz 2x2 dos pixels vizinhos, da imagem original.



477 x 180 pixels

Performance Digital

Interpolação bicúbica

Interpolação bicúbica é ainda mais sofisticada, produzindo bordos ainda mais suaves, com ausência de *jaggies*. O pixel criado por esta função bicúbica, usa a informação dos 16 pixels na matriz 4x4 dos pixels vizinhos, da imagem original. Este algoritmo é o mais usado pelo *software* de edição fotográfica, *drivers* de impressão e nas nossas máquinas digitais.



477 x 180 pixels

Performance Digital

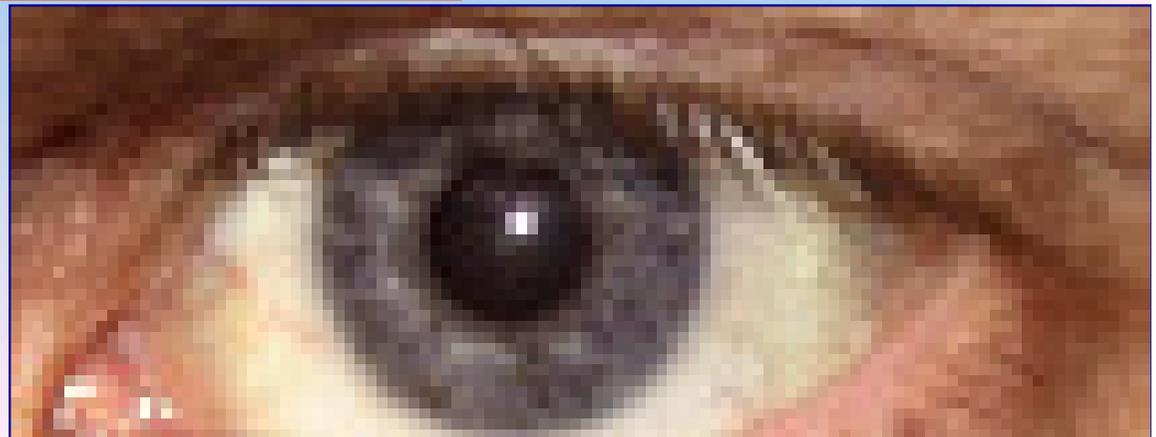
Comparação Interpolação bicúbica e do ppt.

Interpolação bicúbica *versus* interpolação efectuada no PowerPoint por *zoom* da imagem original de 4,5 x.



Interpolação bicúbica

Interpolação do PowerPoint



Performance Digital

Zoom Digital

Factor de amplificação – relação entre as distâncias focais máximas e mínimas da objectiva *zoom*.

Imagem de 5 Megapixeis



A. Imagem obtida com 31 mm de distância focal.

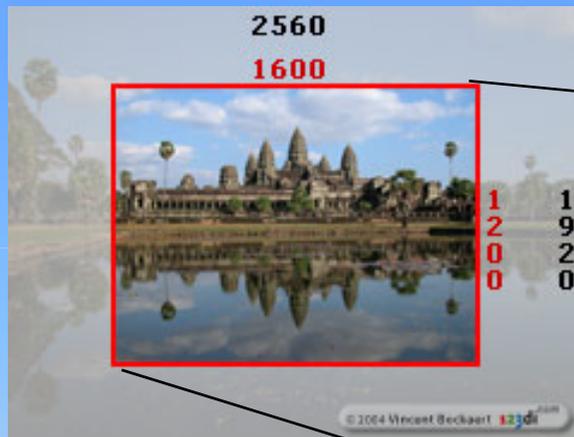
B. Imagem obtida com 50 mm de distância focal.



Com a mudança de distância focal de 31 para 50 mm ($50/31 = 1,6x$ *zoom* óptico) reduzimos o nosso campo de visão. Na imagem B, o sensor captura a zona indicada a vermelho na imagem A. Em ambos os casos a máquina digital regista informação de 5 Megapixeis numa imagem de 5 Megapixeis.

Performance Digital

Zoom Digital



C. Imagem obtida com 1,6x zoom digital. Cortada e guardada em resolução normal.

D. Imagem obtida com 1,6x zoom digital. Cortada e guardada via interpolação - máxima resolução.



Em C, com o 1,6x *zoom* digital, apenas usamos a informação de 1,600 x 1,200 pixels, da imagem total. No entanto a imagem final tem o mesmo campo de visão da imagem B, mas apenas usa 2 Megapixels dos 5 Megapixels de resolução. Podemos no entanto, por interpolação guardar a imagem na máxima resolução (de 5 Megapixels) como em D. Nenhuma informação adicional é criada no processo, e a qualidade é claramente inferior a da imagem B.

Performance Digital

Zoom Digital

Comparação directa entre *zoom* óptico e *zoom* digital



**Imagem original com 50 mm
(100%)**



**Imagem com 1,6x *zoom* digital
(100%)**

Performance Digital

Zoom Digital

Comparação directa entre zoom óptico e zoom digital



**Imagem original com 50 mm
(167%)**



**Imagem com 1,6x zoom digital
(167%)**