

PRIMITIVAS EM GRÁFICOS RASTER – ATRIBUTOS DE LINHAS

Computação Gráfica e Interfaces

Do capítulo “Primitivas em Gráficos Raster”

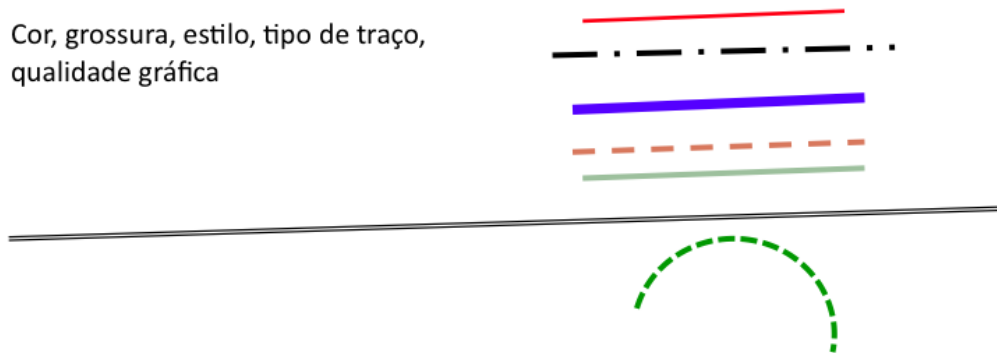
Sumário

Atributos de pontos e linhas

Cor e tamanho



Cor, grossura, estilo, tipo de traço, qualidade gráfica



Voltaremos a este assunto mais tarde ...



UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

A. Lopes

Computação Gráfica e Interfaces

2009/10

47

ATRIBUTOS GRÁFICOS

Atributos gráficos

- Grossura e estilos de linhas
- Antialiasing

Interfaces 2009/10

46

PRIMITIVAS EM GRÁFICOS RASTER

PRIMITIVAS EM GRÁFICOS RASTER – ATRIBUTOS DE LINHAS



UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

A. Lopes

Computação Gráfica e Interfaces

2009/10

2

Atributos de linhas

Tipo de traço

- Sólido, traço interrompido, etc.
- Máscara de pixels para dispositivos raster

Cor

- Utilização directa dos valores RGB no frame buffer, ou recorrendo a uma de tabela de cores indexada (*lookup table*)

Grossura

- Adição de pixels para além dos pixels determinados pelo algoritmo de conversão
- Existem vários métodos, cujo efeito visual também depende do declive da linha
- Problema de finalização das linhas

Caneta

- Forma, tamanho e padrão
- Máscara de pixel



Métodos para representação de linhas com grossura

Replicação de pixels, por linhas ou por colunas

- É um método eficiente e facilmente adaptável a algoritmos de conversão raster
- Como avaliação negativa, registre-se o facto de as linhas terminarem sempre vertical ou horizontalmente, podendo ainda implicar a existência de vazios nos pontos de ligação dos troços
- No caso de arcos de circunferência, é uma boa solução para linhas pouco grossas mas apresenta dois problemas: menor grossura ($\times 1/\sqrt{2}$) à aproximação de 45 graus e menos pixels na passagem de replicação vertical para horizontal
- (Obs.: Se a grossura for par, tem de se definir o valor a replicar para cada um dos lados)

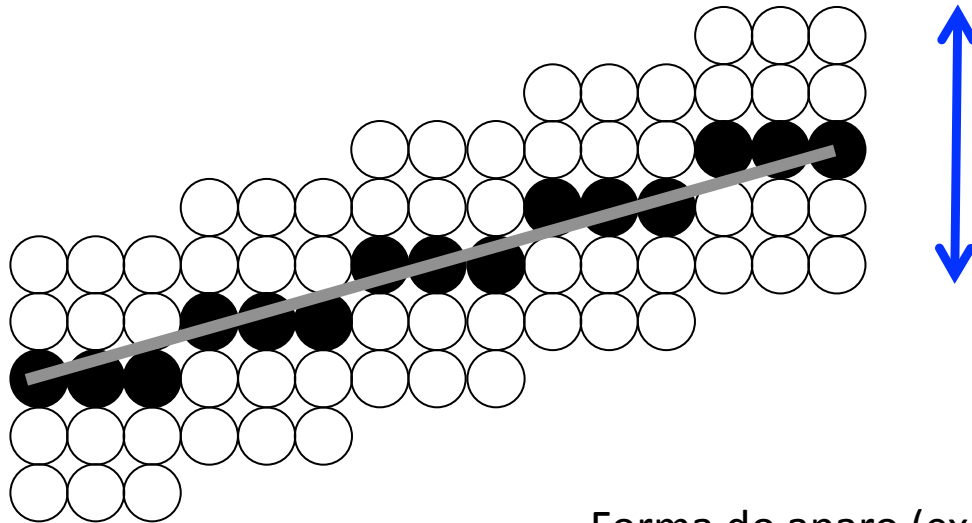
Forma do aparo

- Relativamente à replicação de pixels, melhora a qualidade dos extremos da linha (ex: aparo quadrado)
- Como aspectos negativos, refira-se que (a) é um processo lento, apesar de ser facilmente adaptável a conversão raster; (b) não permite em alguns casos a sobreposição de escrita de pixels (e.g. modo XOR); (c) altera o comprimento da linha

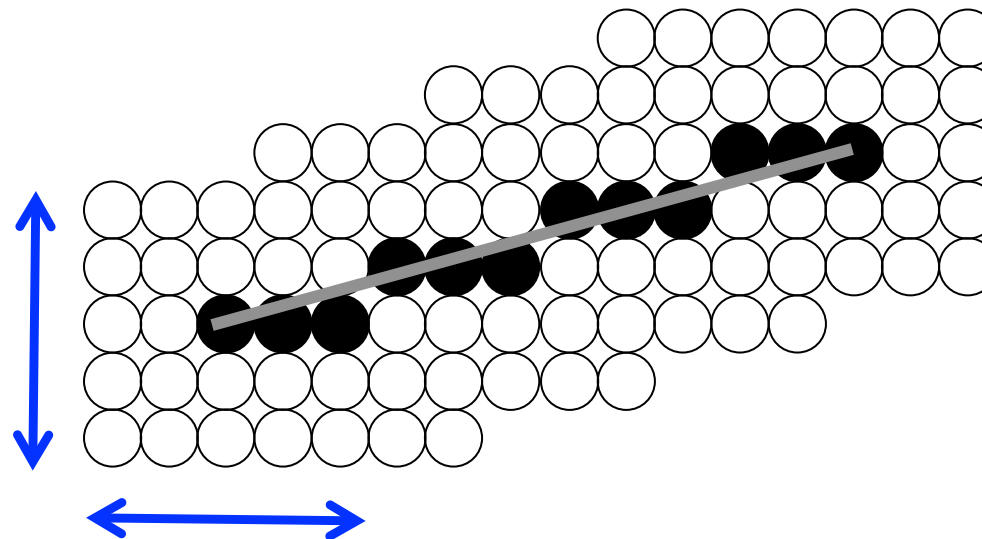
Preenchimento de áreas

Aproximação de linhas curvas por linhas poligonais grossas

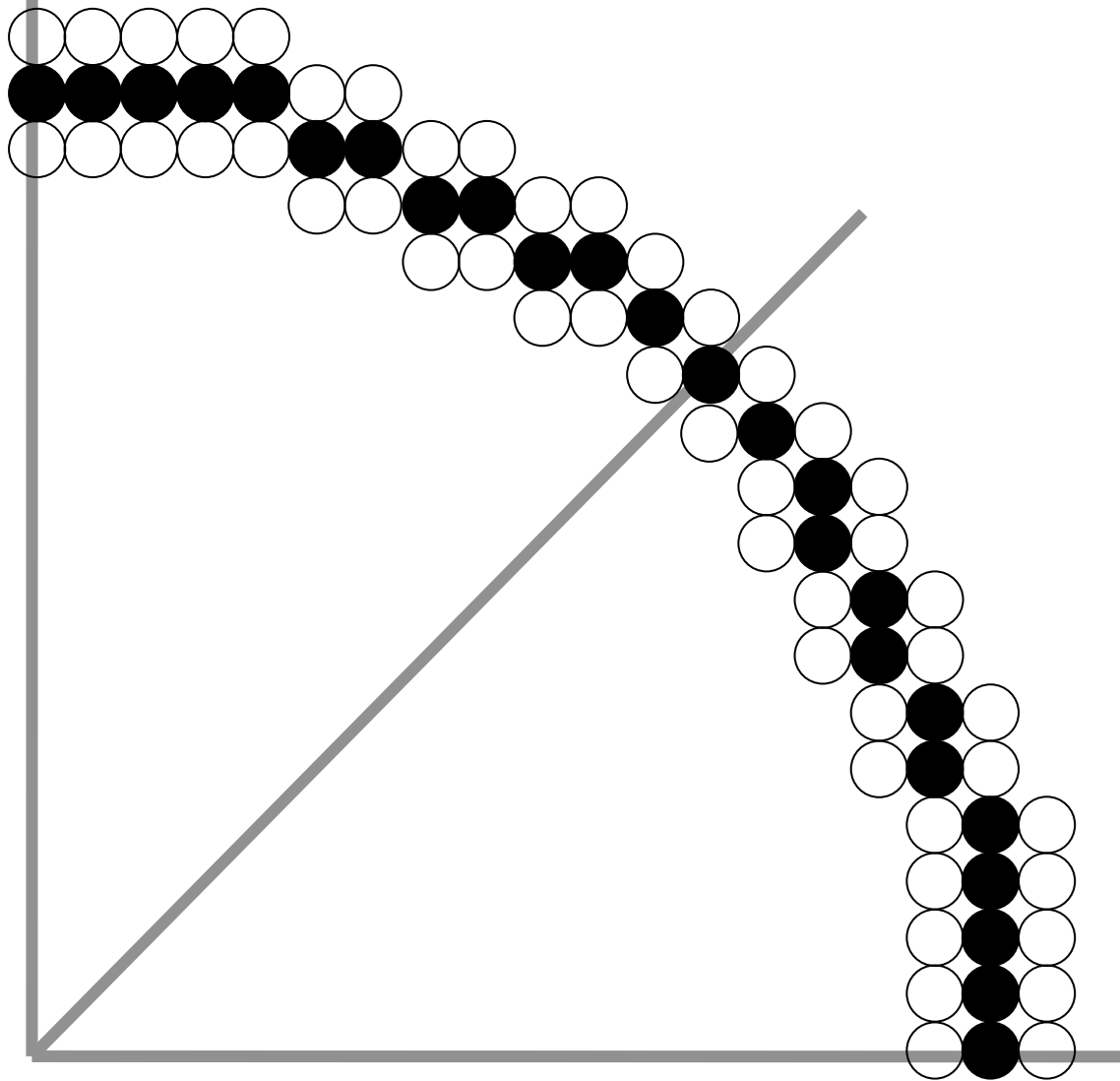
Replicação de pixels (ex: por colunas, vezes 5)

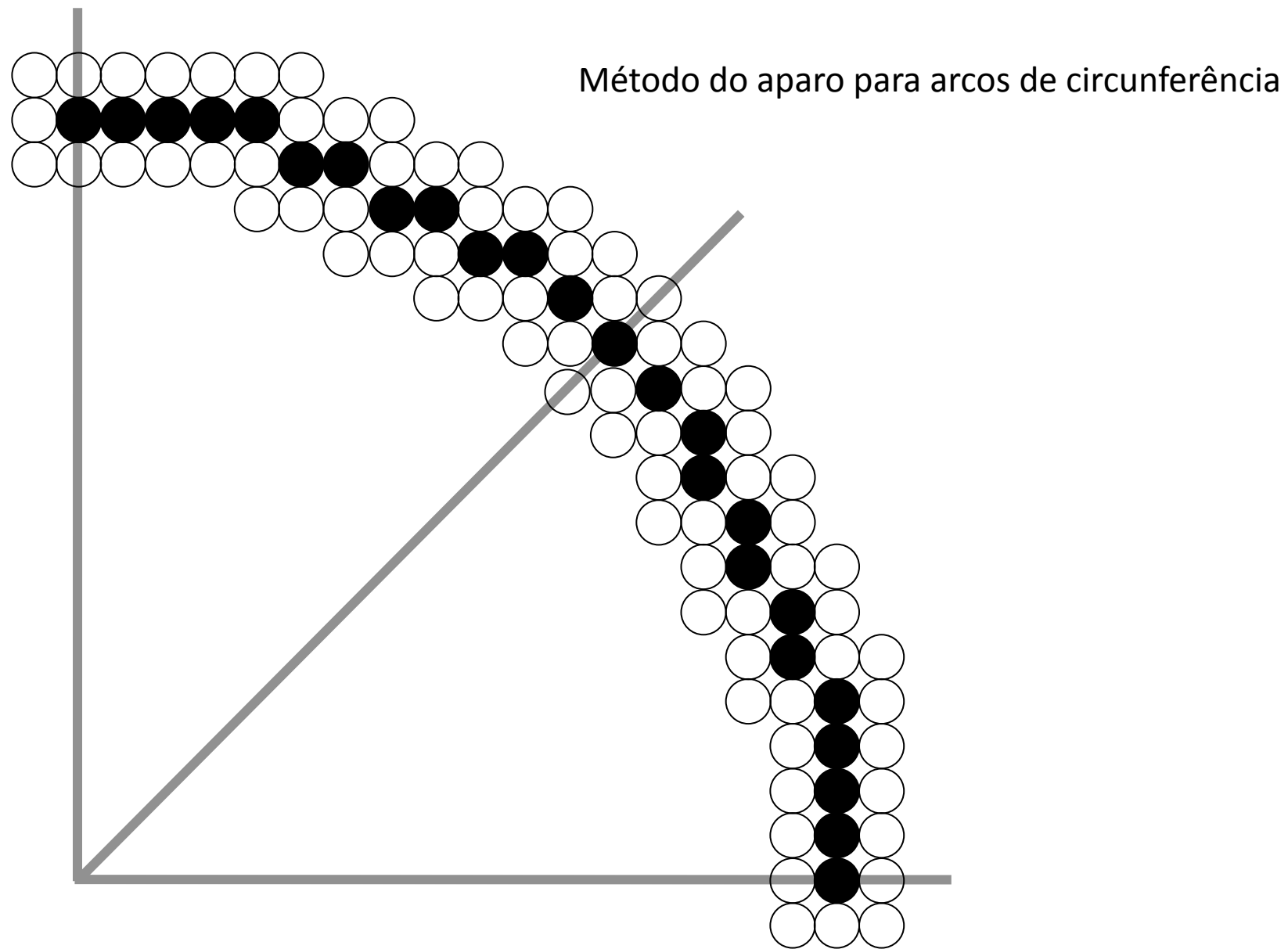


Forma do aparo (ex: com aparo quadrado de lado 5)



Replicação de pixels para arcos de circunferência (exemplo com x 3)





Métodos para representação de linhas com grossura

Replicação de pixels, por linhas ou por colunas

- É um método eficiente e facilmente adaptável a algoritmos de conversão raster
- Como avaliação negativa, registre-se o facto de as linhas terminarem sempre vertical ou horizontalmente, podendo ainda implicar a existência de vazios nos pontos de ligação dos troços
- No caso de arcos de circunferência, é uma boa solução para linhas pouco grossas mas apresenta dois problemas: menor grossura ($\times 1/\sqrt{2}$) à aproximação de 45 graus e menos pixels na passagem de replicação vertical para horizontal
- (Obs.: Se a grossura for par, tem de se definir o valor a replicar para cada um dos lados)

Forma do aparo

- Relativamente à replicação de pixels, melhora a qualidade dos extremos da linha (ex: aparo quadrado)
- Como aspectos negativos, refira-se que (a) é um processo lento, apesar de ser facilmente adaptável a conversão raster; (b) não permite em alguns casos a sobreposição de escrita de pixels (e.g. modo XOR); (c) altera o comprimento da linha

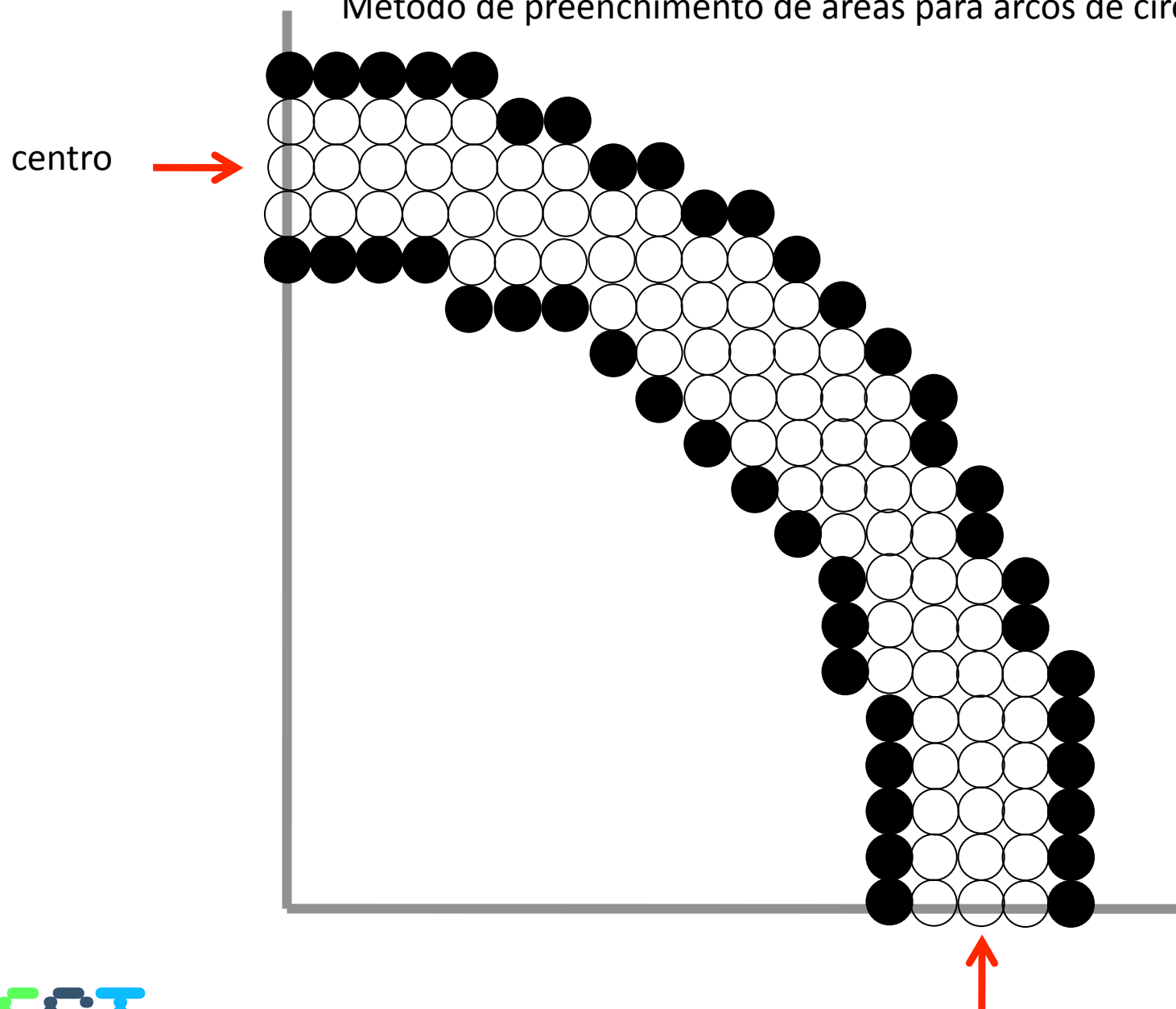
Preenchimento de áreas

- Criação de duas fronteiras igualmente afastadas para cada lado, e com o espaço entre si preenchido
- Positivo: O comprimento da linha não é alterado e até se pode utilizar o algoritmo de *fill-area*
- Negativo: Algumas situações de concretização mais complicada, caso da elipse, bem como se poderá notar algum desfasamento em relação à linha central

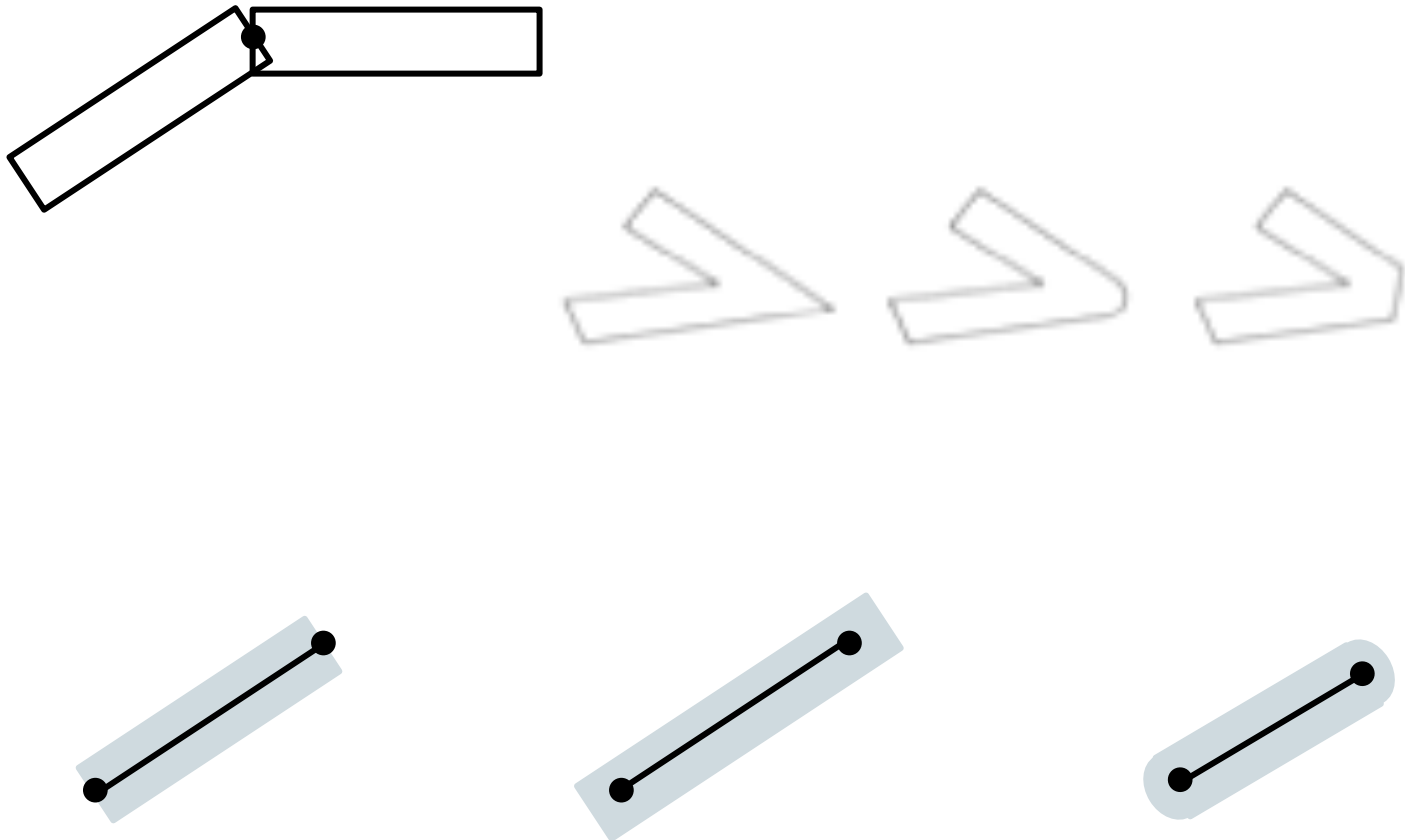
Aproximação de linhas curvas por linhas poligonais grossas

- Uma curva é aproximada por troços rectilíneos, com utilização posterior dos algoritmos de conversão de linhas e polígonos
- Método eficiente na geração e recorte mas, como são linhas poligonais, apresenta algumas deficiências na aparência dos pontos de junção

Método de preenchimento de áreas para arcos de circunferência



(finalização de) linhas aproximadas por linhas poligonais grossas



Aliasing em imagens

Representação de uma imagem

- Uma imagem é uma função analógica contínua 2D que estabelece a intensidade para cada ponto (x,y)
- Num primeira fase, é necessário converter a imagem contínua num conjunto discreto de amostras – a amostragem do sinal em posições discretas de pixels – e mais tarde o sistema gráfico associado ao ecrã fará a sua reconstrução, das amostras para a imagem contínua
- Associado à amostragem existe também a quantificação da amostra e.g. pixels a 0 ou 1

Aliasing

- Processo que deriva do facto de não ser possível colocar um ponto na sua verdadeira localização (ex: $\text{round}(x)$, $\text{round}(y)$, a localização *alias*, em vez de (x,y) real)
- Numa outra perspectiva, de processamento de sinal, por norma existe aliasing quando aparecem frequências altas e baixas (surgem padrões regulares facilmente detectáveis)

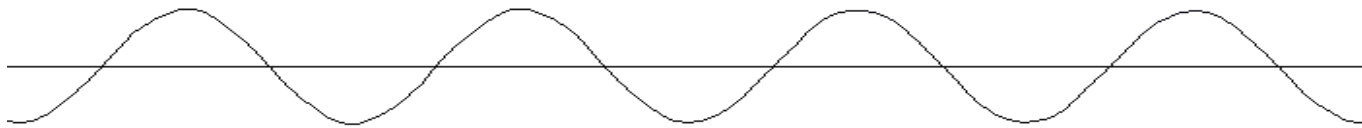
Efeitos de aliasing típicos

- Efeito visual em “escada”
- Perda de detalhes (desaparecimento e/ou representação imprópria)
- Desintegração de texturas

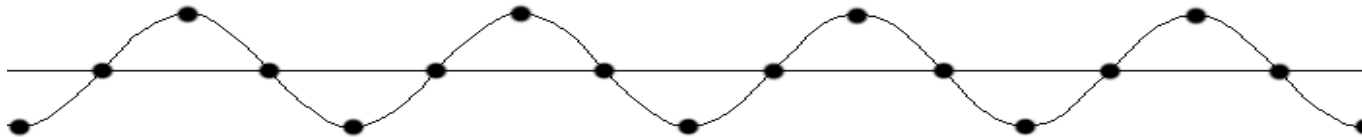
Teoria da amostragem

Teorema de Nyquist: A amostragem (*sampling*) deve de ser feita a uma taxa superior a 2 vezes a frequência máxima contida do sinal (limite de Nyquist)

Sinal original



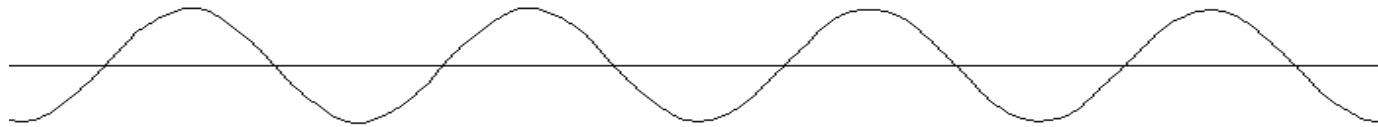
Amostragem do sinal a uma frequência que permite a reconstrução correcta do sinal



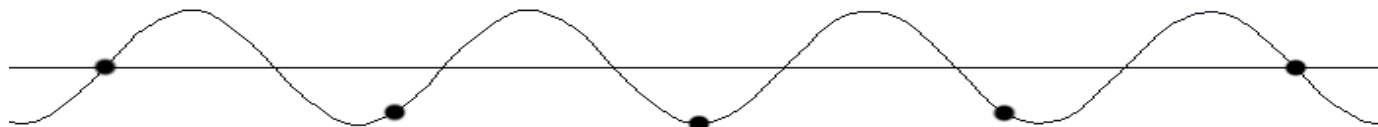
Ex: música amostrada a uma taxa de 44 KHz implica frequência máxima de 22KHz. Todas as frequências superiores devem ser removidas ou então aparecerão como sons de baixas frequências (*aliased signal*)

Aliasing: amostragem do sinal é inferior a vezes a frequência máxima (aparece sob a forma de ruído a baixas frequências)

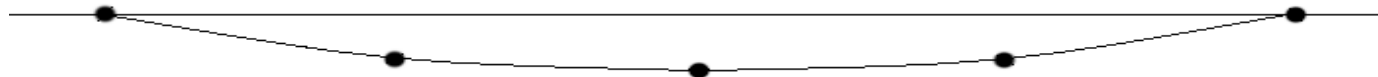
Sinal original



Amostragem



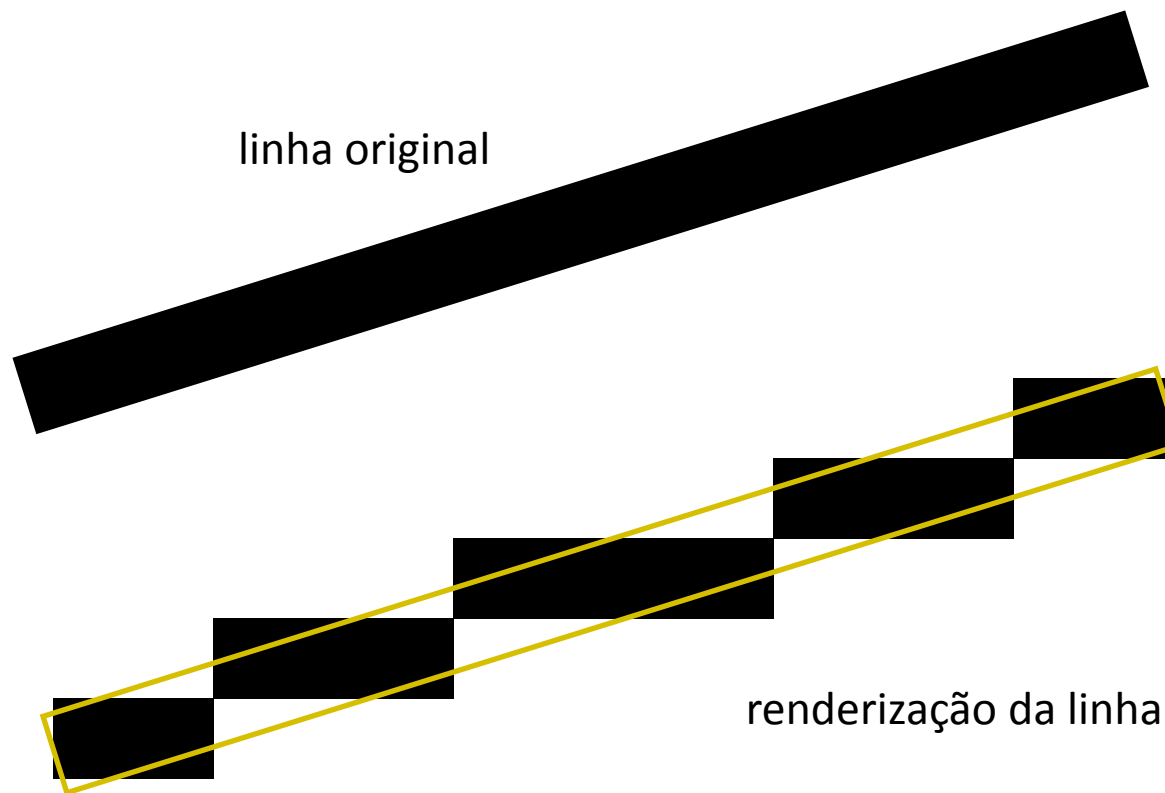
Reconstrução incorrecta



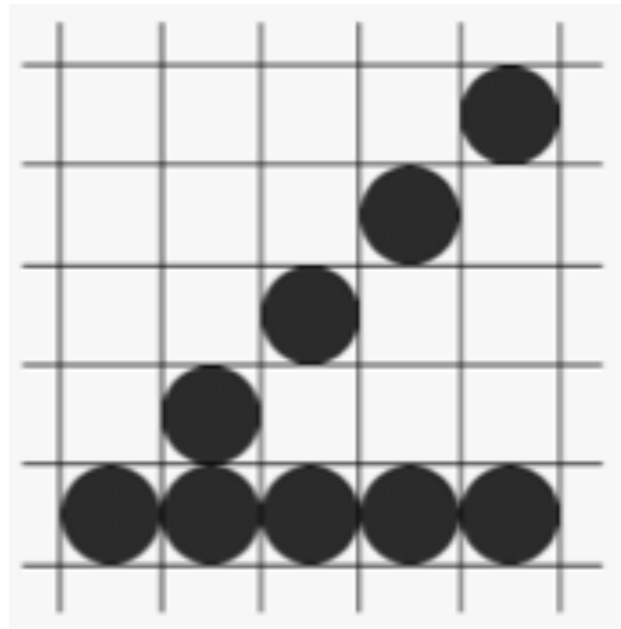
Obs.: Aliasing também pode surgir devido a uma reconstrução incorrecta do sinal devidamente amostrado

Efeito visual de escada na renderização de linhas

Renderização de uma linha num ecrã raster, com valores discretos de pixels, significa na prática a amostragem de uma função contínua, o segmento de recta. A aparência do efeito de escada denota um erro de amostragem e consequente perda de informação - aliasing

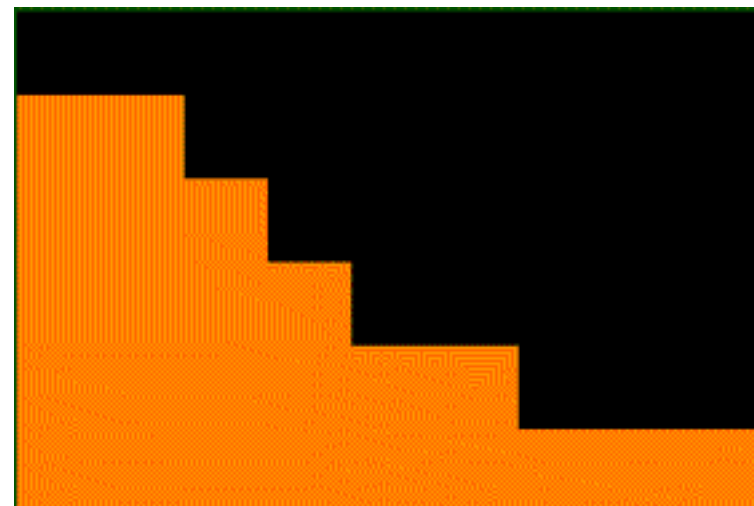
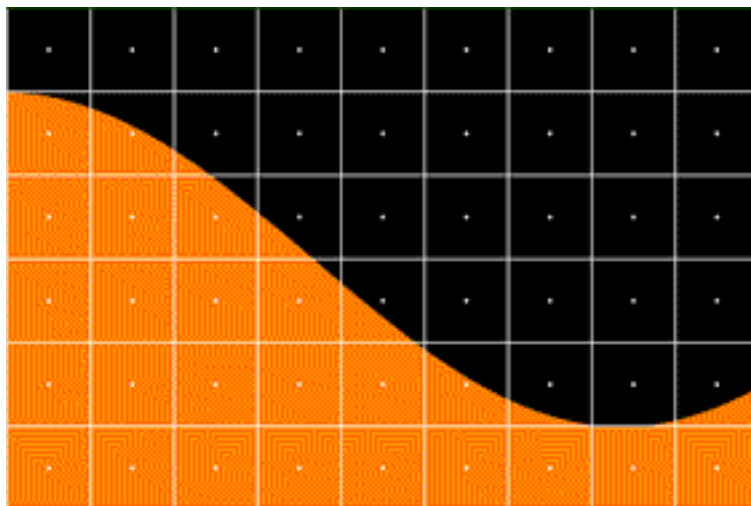


Note-se que comprimentos diferentes de linha com o mesmo número de pixels podem originar uma percepção visual de intensidades diferentes. Este efeito deve ser compensado por aplicação de técnicas de antialiasing



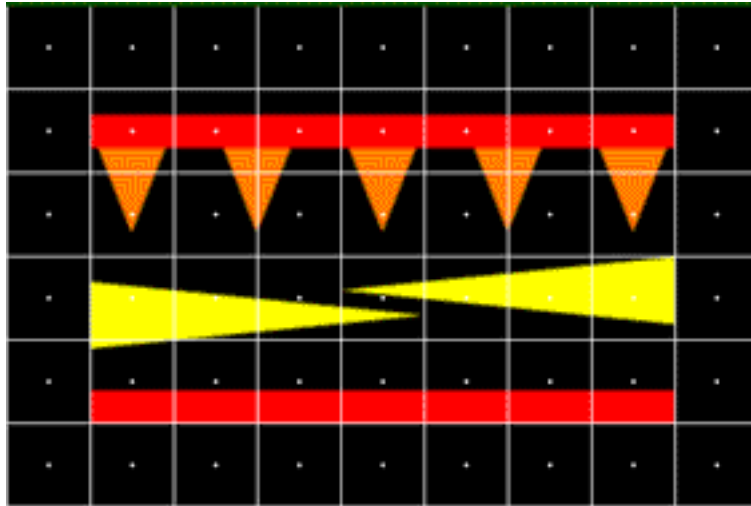
O efeito de escada é a característica de aliasing mais comum, sendo notório sobretudo quando o contraste entre o interior e o exterior da primitiva em causa é grande

Resultado: aliasing nas fronteiras

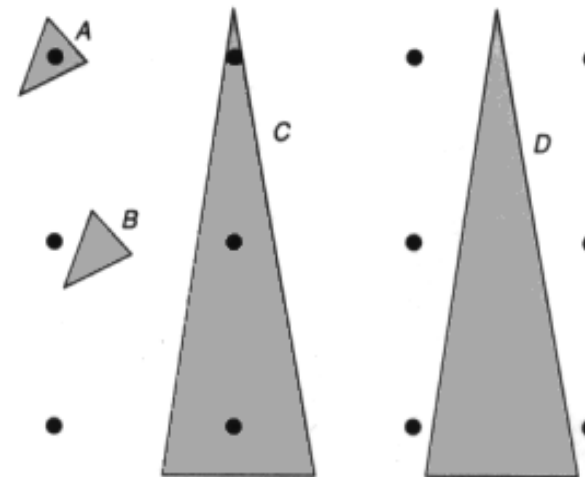


Perda de detalhes

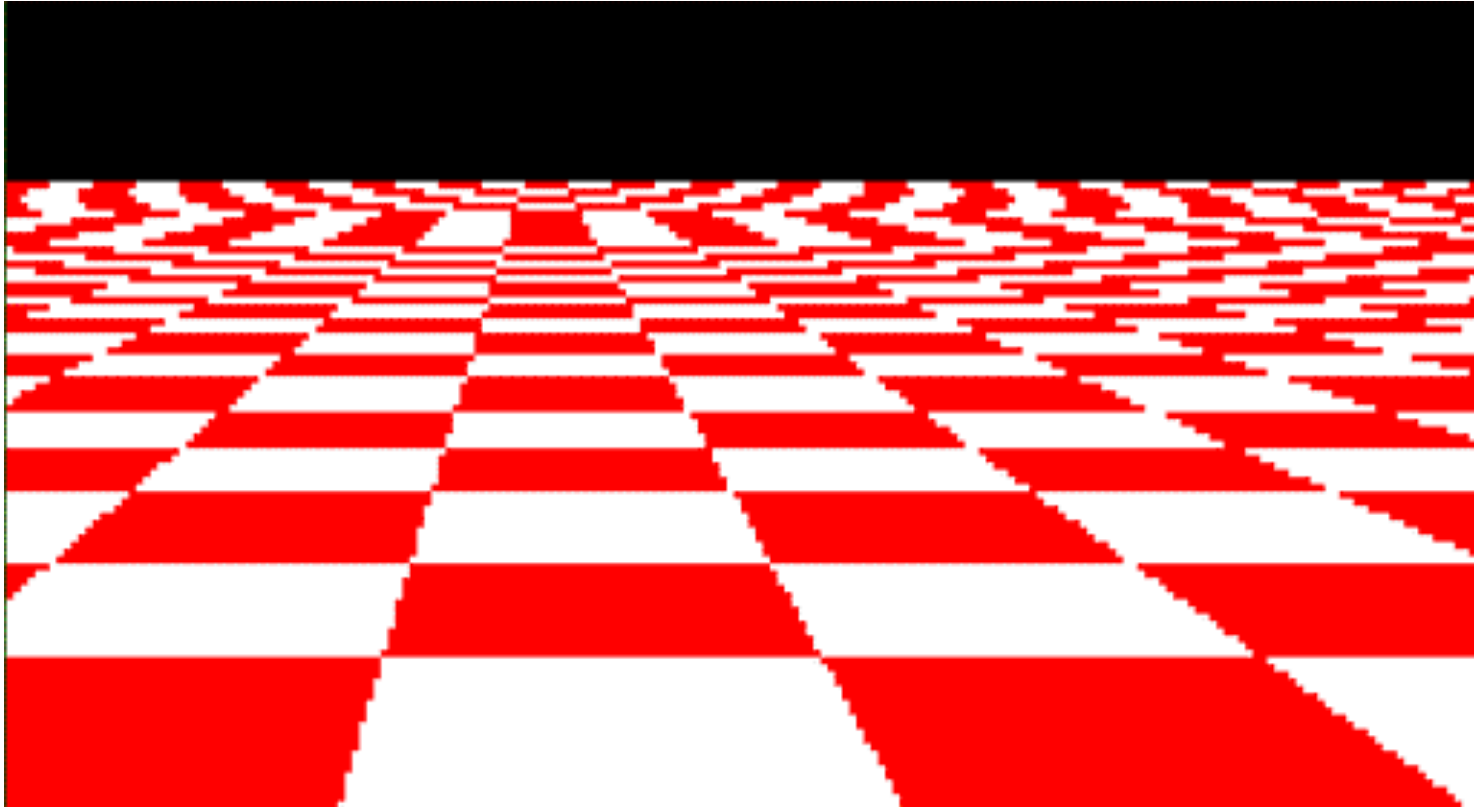
Desaparecimento de polígonos e/ou alteração de tamanho



Note-se que por vezes é necessário, por exemplo, determinar se um ponto pertence ou não a uma primitiva gráfica. Tal situação adquire maior importância em situações de renderização de alta qualidade, com polígonos de área diminuta



Desintegração de textura



Obs.: A utilização de uma resolução superior não resolveria cabalmente o problema; apenas deslocaria o detalhe para mais perto da linha do horizonte

Metodologias para antialiasing

Pré-filtragem

- Limitação das frequências das primitivas, antes da amostragem
- Bom desempenho para pontos e linhas mas não para triângulos (nomeadamente em 3D), isto é, primitivas com áreas
- Elimina bastante o aliasing, com eficiência, através da utilização de uma janela de filtro relativamente larga

Aumento da taxa de amostragem

- Super-amostragem
- Multi-amostragem
- Bom desempenho para as primitivas em geral, apesar de inferior para pontos e linhas se comparado com a pré-filtragem
- Não elimina o aliasing mas reduz os seus efeitos, devendo ser acompanhado por técnicas de pré-filtragem

Amostragem por área

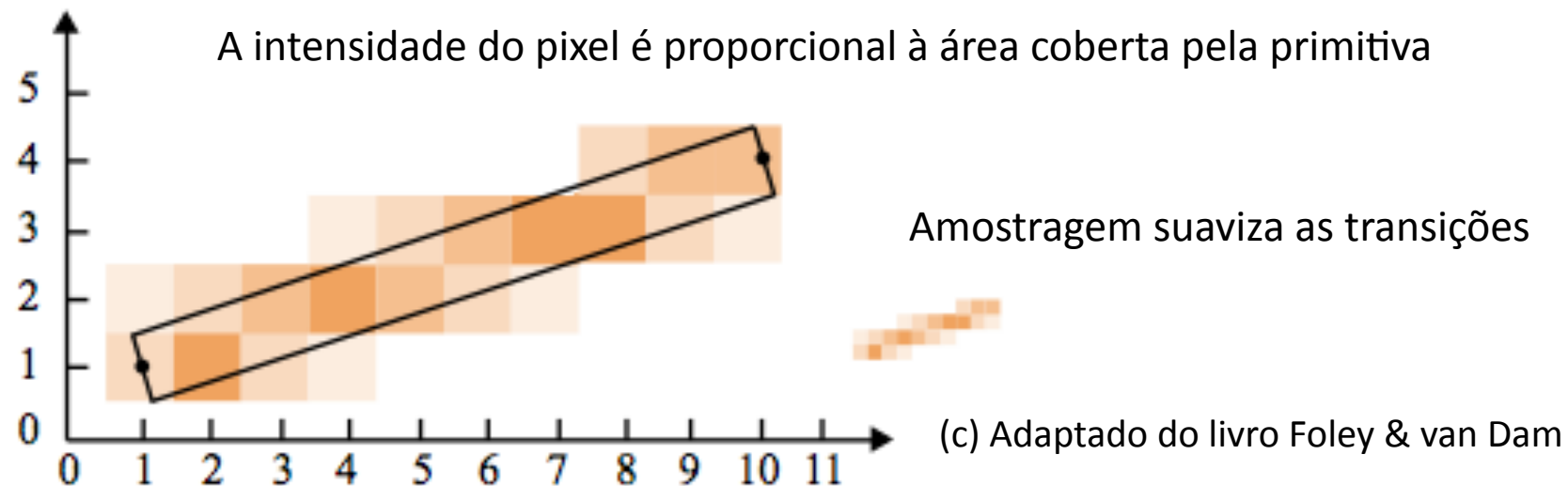
Características

- Método de pré-filtragem
- A intensidade do pixel é determinada pela área que cada pixel sobrepõe com os objectos a representar

Classes de algoritmos

- Amostragem não-ponderada: a intensidade do pixel é função da área sobreposta
- Amostragem ponderada: a área mais próxima do centro do pixel tem uma influência superior na intensidade do pixel do que uma área análoga mas afastada do mesmo centro

Amostragem por área, não-ponderada



Amostragem de sub-áreas do rectângulo (que representa a linha) cobertas pelo rectângulo que representa o pixel

Método de amostragem não-ponderada pois:

- Só contribuem os pixels cobertos pela primitiva
- Só é relevante a área coberta e não o seu posicionamento relativamente ao centro do pixel

Note-se que agora podem existir mais do que pixel na direcção da variável independente (x no caso da figura acima) aquando da conversão da linha

Exemplo de aliasing em letras

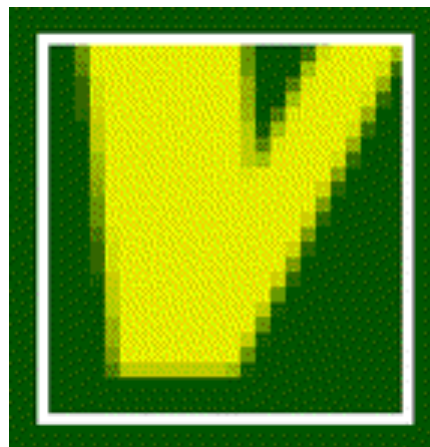
Hello World

Hello World

Sem antialiasing



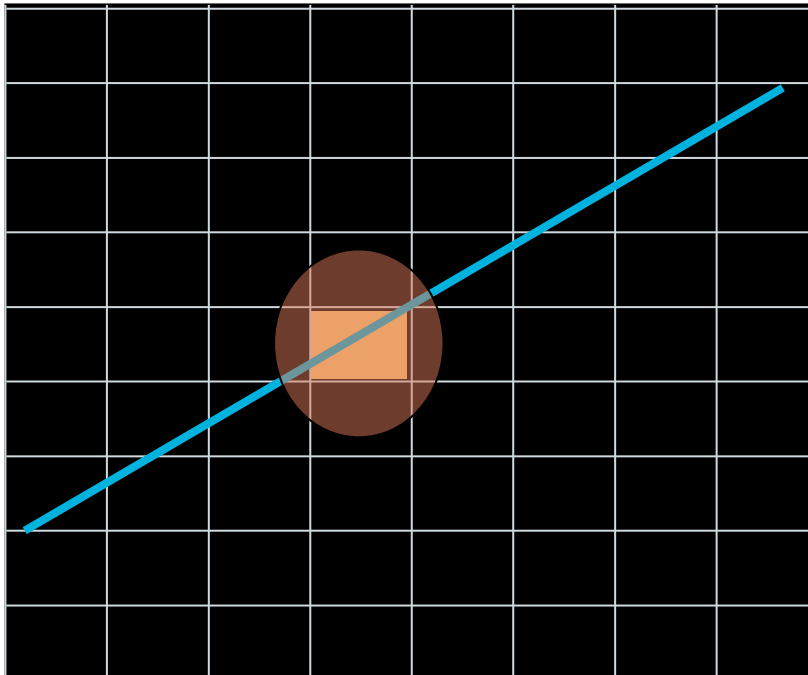
Com antialiasing



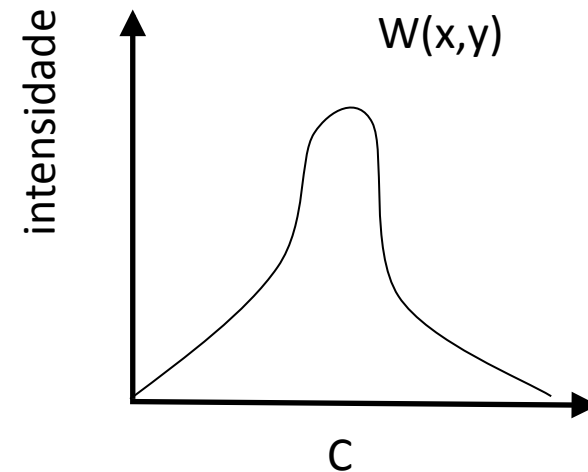
Na fronteira da letra,
as cores são uma
mistura da cor de
base da letra e da
cor de fundo

Filtro ou função de ponderação

Um filtro, ou função de ponderação, $W(x,y)$, especifica a contribuição da primitiva que passa no ponto (x,y) a partir do centro do pixel



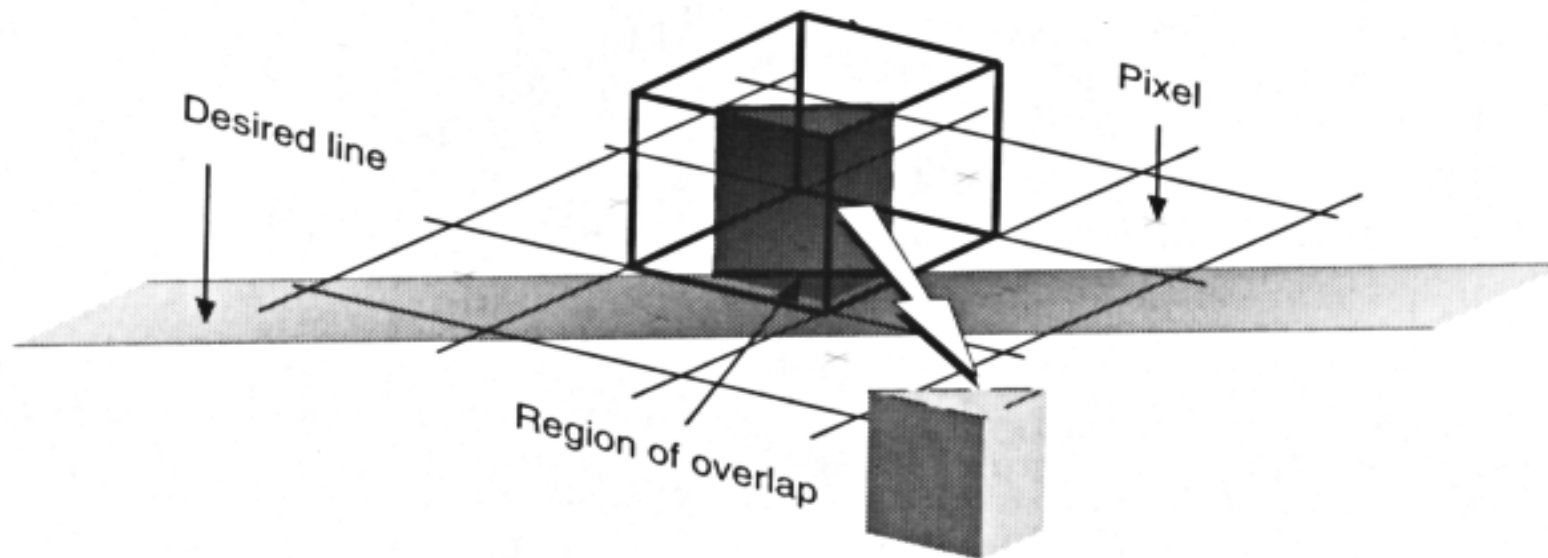
Exemplo ilustrativo



Filtro sob a forma de caixa

- Representação de amostragem de área, não-ponderada
- A função de ponderação $W(x,y)$ determina o factor de ponderação para uma área incremental dA centrada em (x,y)
- O filtro é constante em toda a área (pode ter a largura de um pixel ou mais)
- Para cada pixel, calcula-se a sua intensidade (0 a 1) através do integral da área coberta, e.g. o volume definido pelo integral

$$\int_A W(x,y) dA$$



(c) Adaptado do livro Foley & van Dam

Amostragem por área, ponderada

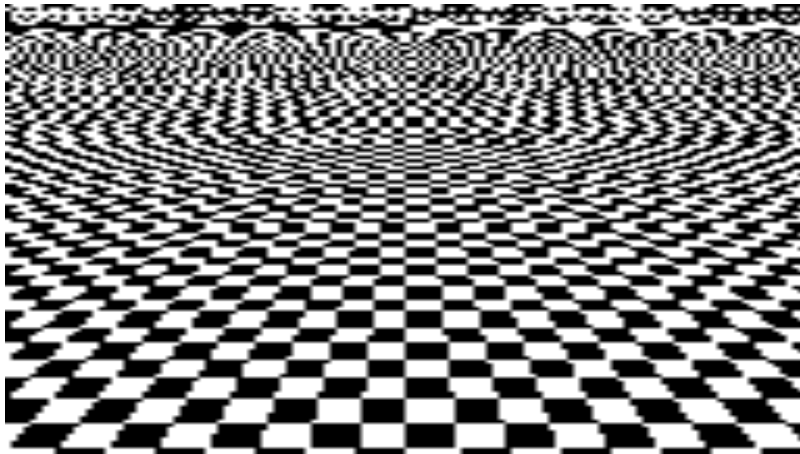
For each pixel p

Place filter centered over p ;

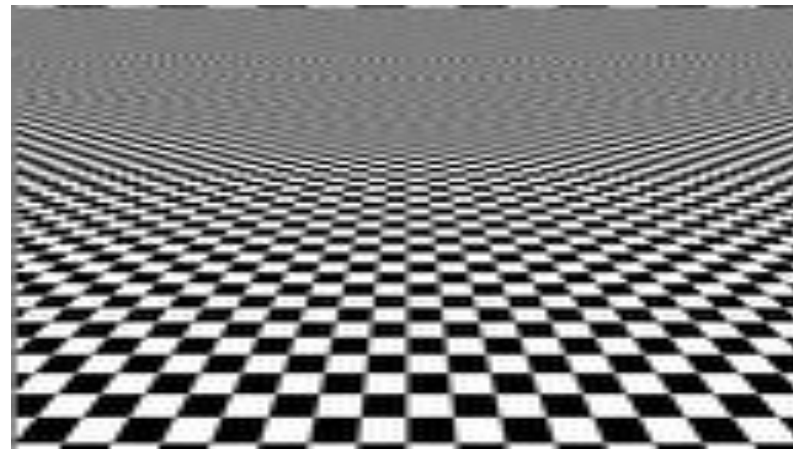
For each pixel q under filter

weight = filter value over q ;

*intensity _{p} += weight * intensity _{q} ;*



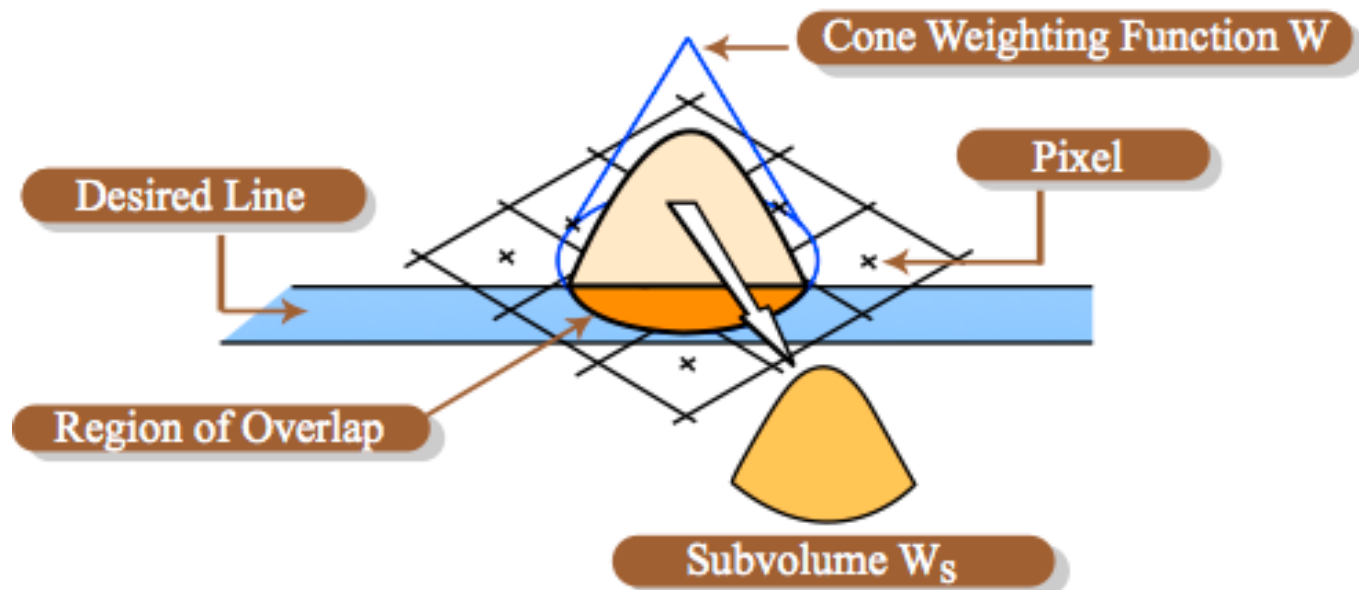
Sem antialiasing



Com antialiasing

Filtro sob a forma de cone

- Amostragem por área, com a sobreposição entre filtro e primitiva a ser ponderada de modo a que as sub-áreas dA próximas do centro do pixel contribuam mais
- O filtro em forma de cone 3D apresenta um declive de 45 graus, logo uma variação linear com a distância e simetria circular
- A contribuição é calculada pelo sub-volume do cone cuja base é a área sobreposta, sendo dA com peso superior se junto do centro do pixel (com volume total do cone normalizado para 1)



(c) Adaptado do livro Foley & van Dam

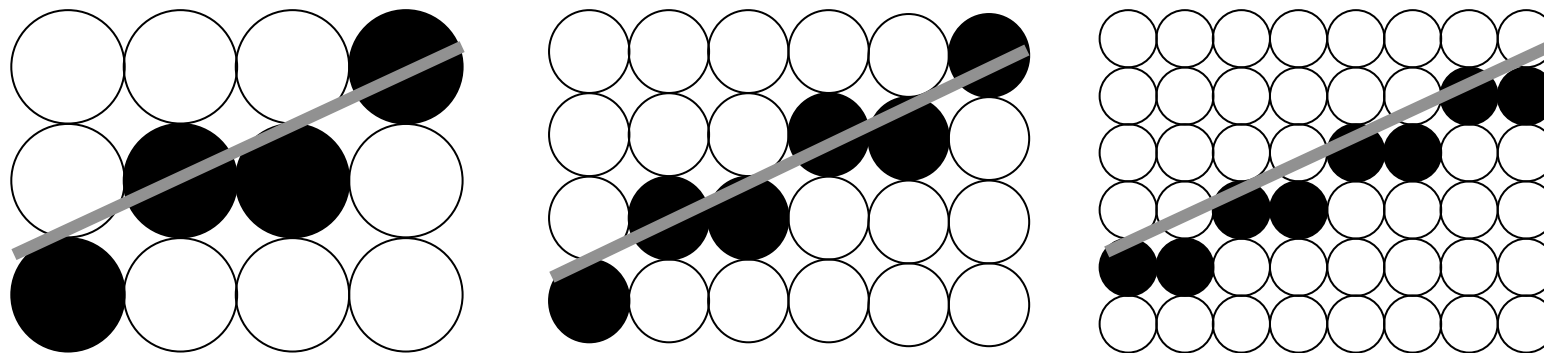
Super-amostragem

Método de pós-filtragem

Incremento da taxa de amostragem, em que a área de cada pixel é coberta por uma grelha mais fina (de maior resolução)

Os vários pontos amostrados no pixel dentro da linha a representar permitem determinar o valor apropriado para a intensidade do pixel

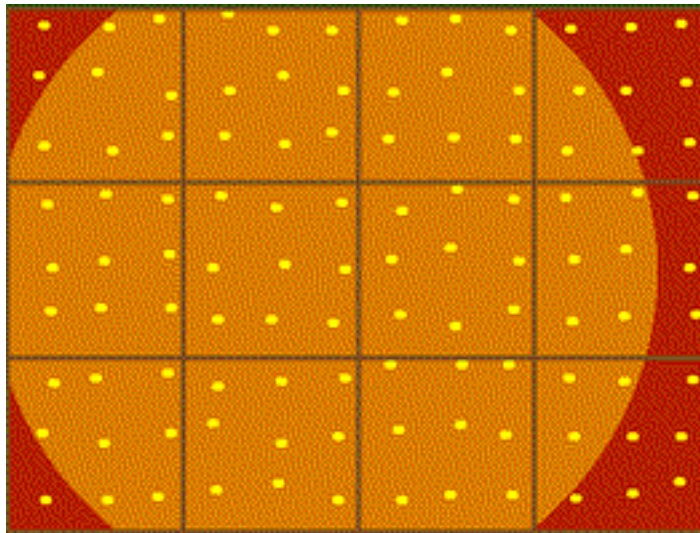
É uma metodologia bastante utilizada



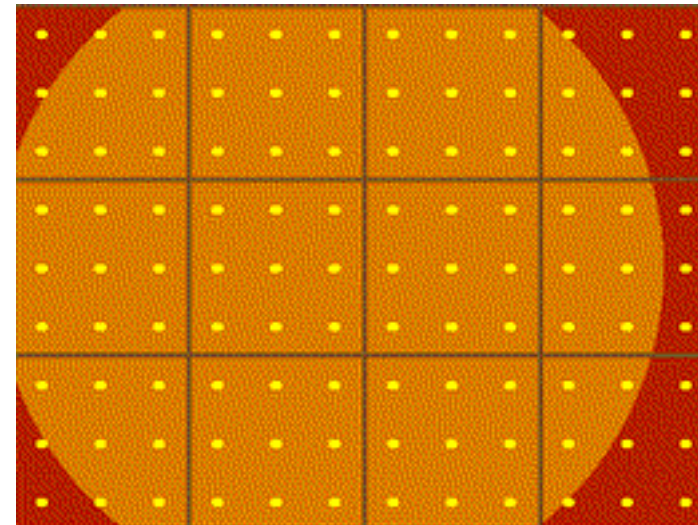
Algoritmo para super-amostragem

- Amostragem da cena n vezes a resolução do ecrã
- A cor de cada pixel é a média (ponderada ou não) das várias amostras

Amostragem perturbada



Amostragem regular

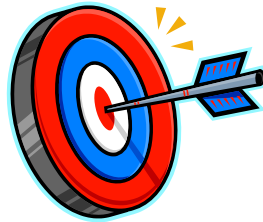


Exemplo: Amostragem $3 \times 3 = 9$
vezes a resolução do ecrã



Cor do pixel é a média de 9
amostras, que pode ser ponderada
(usando filtros) ou não (filtro “caixa”)

Os filtros combinam amostras para determinar a cor do pixel. Em geral, é atribuído um maior peso aos sub-pixels perto do centro da área do pixel



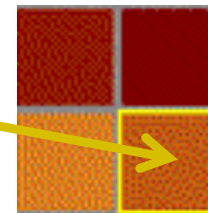
$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$

Exemplo: filtro de média ponderada, de acordo com determinados pesos

$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$

Amostras de cor laranja e vermelho, em que a amostra central possui o maior peso: $\frac{1}{4}$

Pixels



Multi-amostragem

Forma otimizada de super-amostragem, em termos de qualidade e desempenho

A amostragem de pontos em múltiplas localizações permite a definição de máscaras e profundidades, tendo em vista a determinação final da cor do pixel

Técnica adequada para todo o tipo de primitivas

Tal como na super-amostragem pura, pode-se utilizar em conjunto com pré-filtragem de modo a otimizar a qualidade de pontos e linhas

Exemplo de multi-amostragem em placas gráficas

Multi-amostragem com mecanismo de sobreposição: não utiliza uma resolução maior mas sim uma única imagem e combina valores de pixels vizinhos

- O valor obtido para cada pixel é escrito em dois lugares distintos
- Após a escrita de duas cópias do quadro, procede-se ao deslocamento de pixels para a esquerda e para cima de $\frac{1}{2}$ pixel (e.g. amostra #2 de cor vermelha sobre a amostra #1 de cor preta)
- A imagem final resulta da combinação das duas amostras, sendo uma média entre o pixel da amostra #1 e os 4 pixels da amostra #2, e que se encontram a $1/\sqrt{2}$ pixels de distância

