



Aula 6.3

Realce no Domínio da Frequência



Realce no Domínio da Frequência

Frequency domain filtering operation

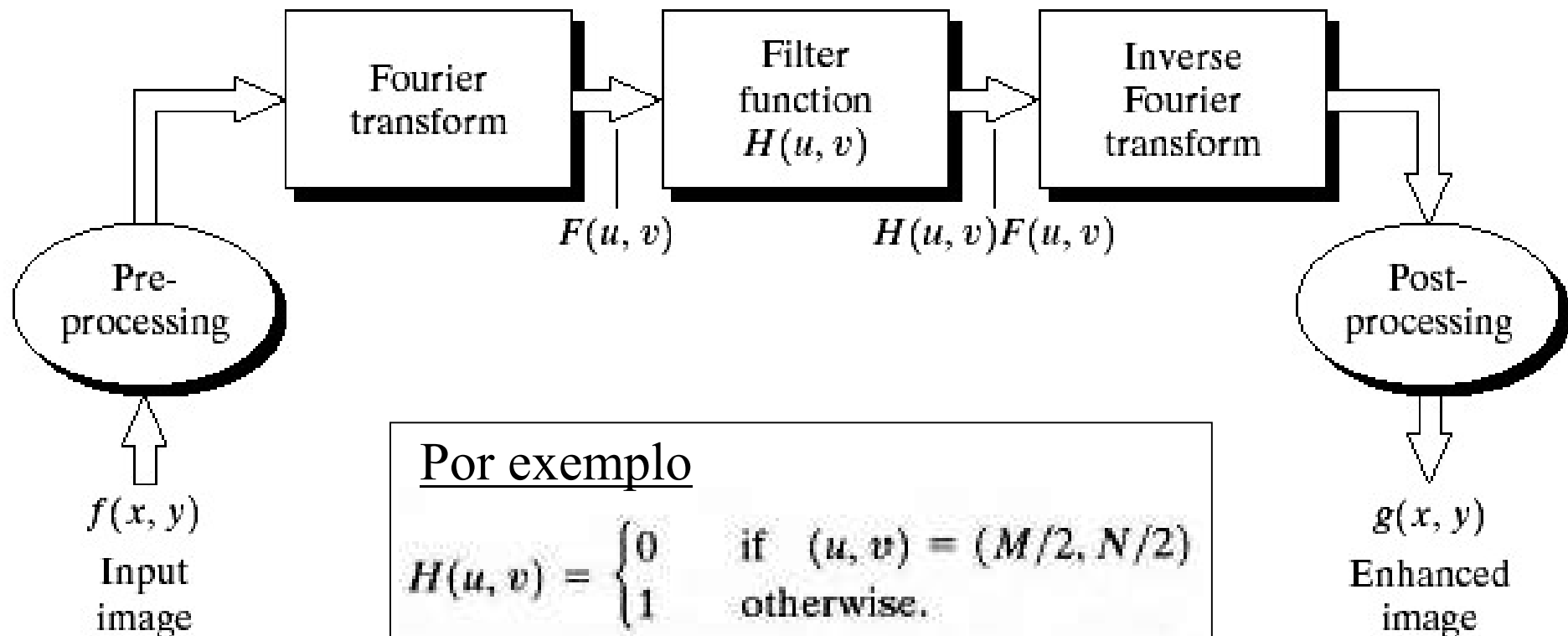
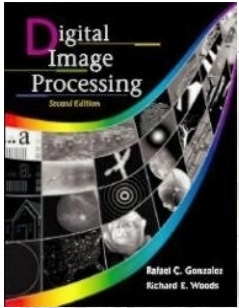
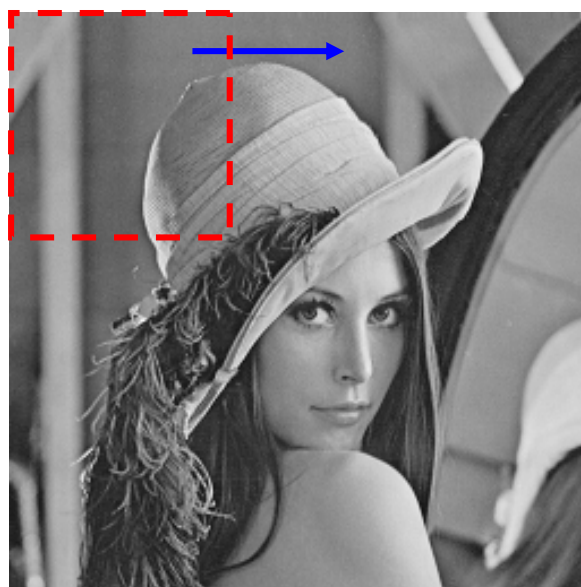


FIGURE 4.5 Basic steps for filtering in the frequency domain.



Filtragem no domínio do Espaço x Filtragem no Domínio da Frequência

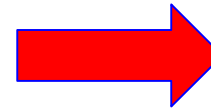
No domínio do espaço, usa-se as máscaras de convolução



*

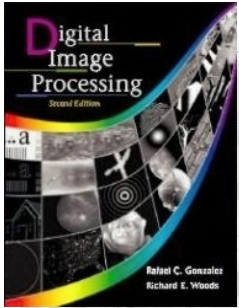
33x33

=



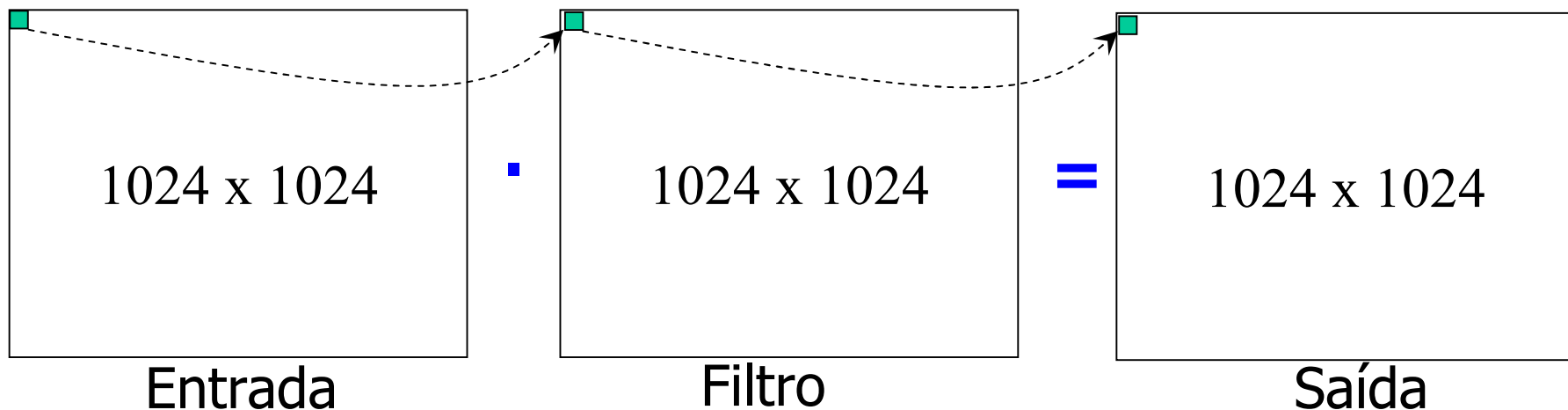
Exemplo de filtro
passa-baixa (filtro da
média ou Gaussiano)

Cada pixel da imagem de saída é obtido a partir da multiplicação dos 1.089 valores da máscara pelos pixels correspondentes na imagem de entrada (muito processamento)

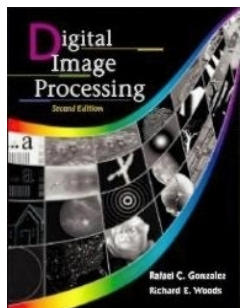


Filtragem no domínio do Espaço x Filtragem no Domínio da Frequência

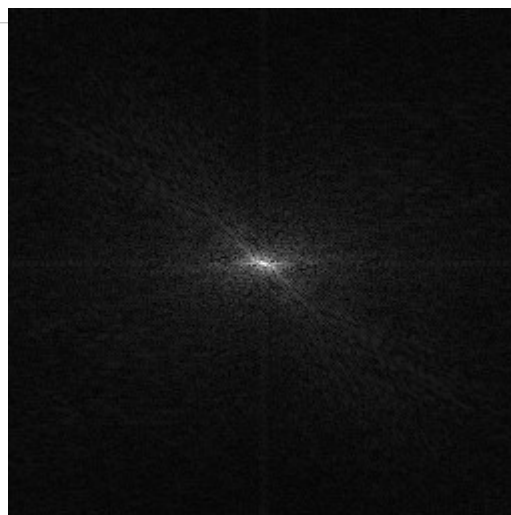
No domínio da frequência, a imagem de frequência é multiplicada pela máscara (filtro)



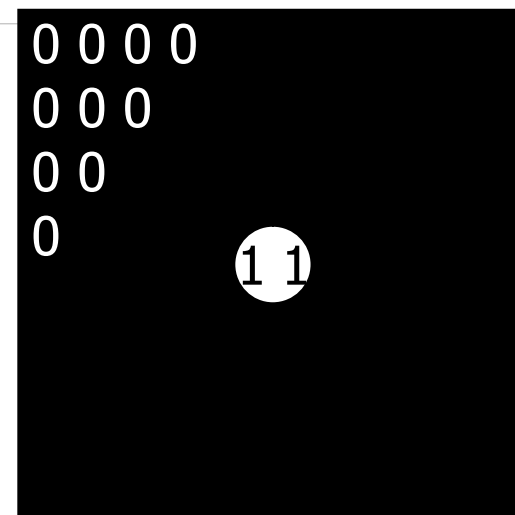
Cada valor da saída é obtido a partir da multiplicação de cada valor da entrada (pouco processamento)



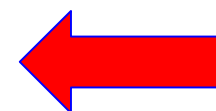
Fourier



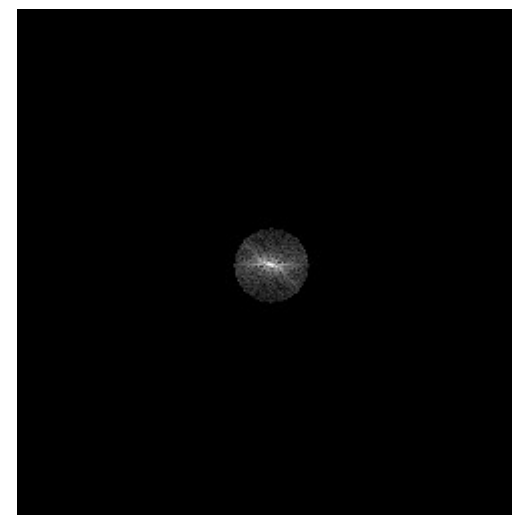
·

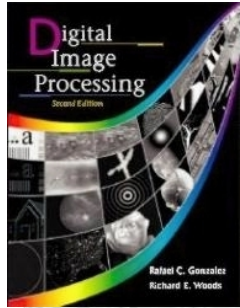


||

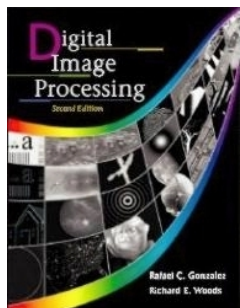


**Inversa
de
Fourier**





Para grandes dimensões N , a operação de levar para o domínio de frequência (Fourier), multiplicar pelo filtro e depois trazer de volta para o domínio do espaço (Inversa de Fourier) acaba gerando menos processamento, por causa do uso da transformada rápida de Fourier



Filtragem no domínio da frequência

Utiliza frequências de corte

Filtro ideal

Um filtro passa-baixas ideal bidimensional (FPBI) é aquele cuja função de transferência satisfaz a relação

$$H(u, v) = \begin{cases} 1 & \text{se } D(u, v) \leq D_0 \\ 0 & \text{se } D(u, v) > D_0 \end{cases} \quad (4.4-2)$$

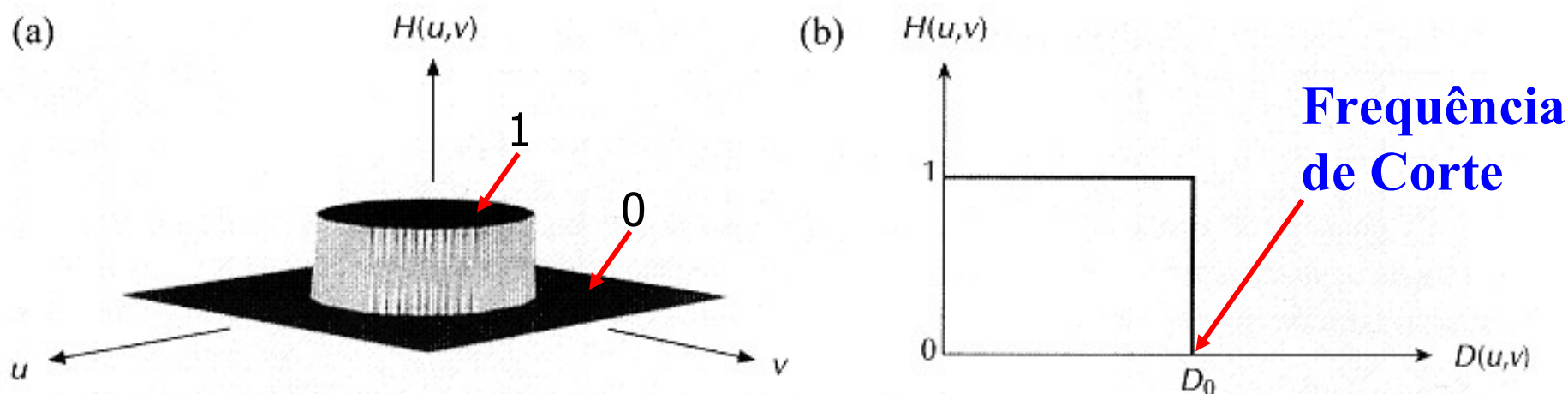
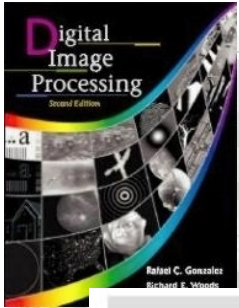
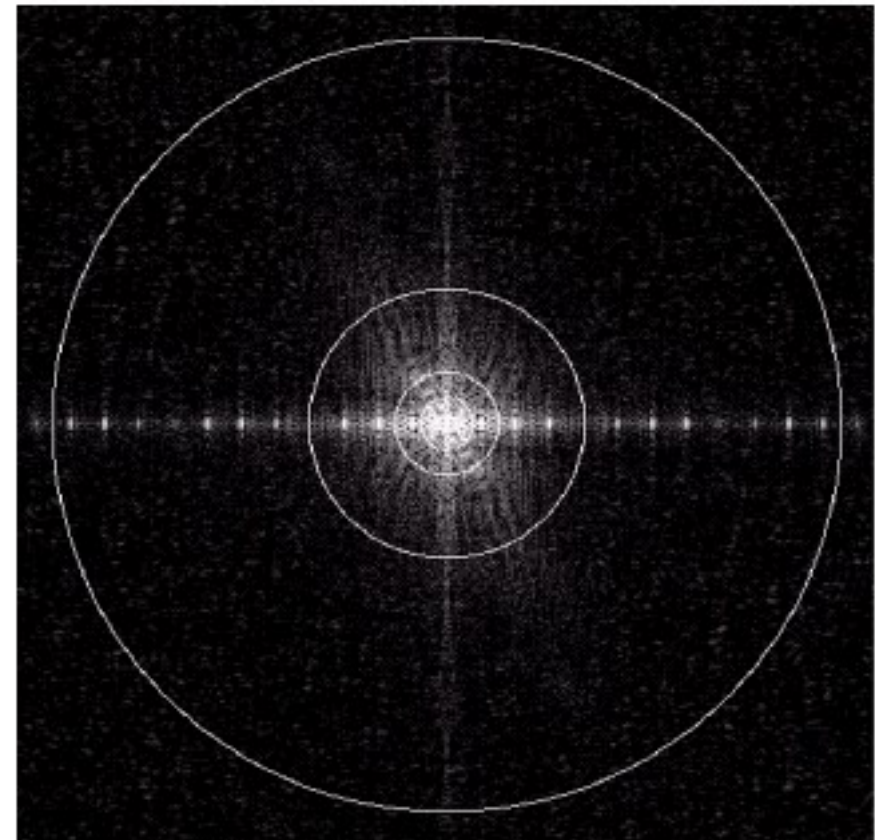
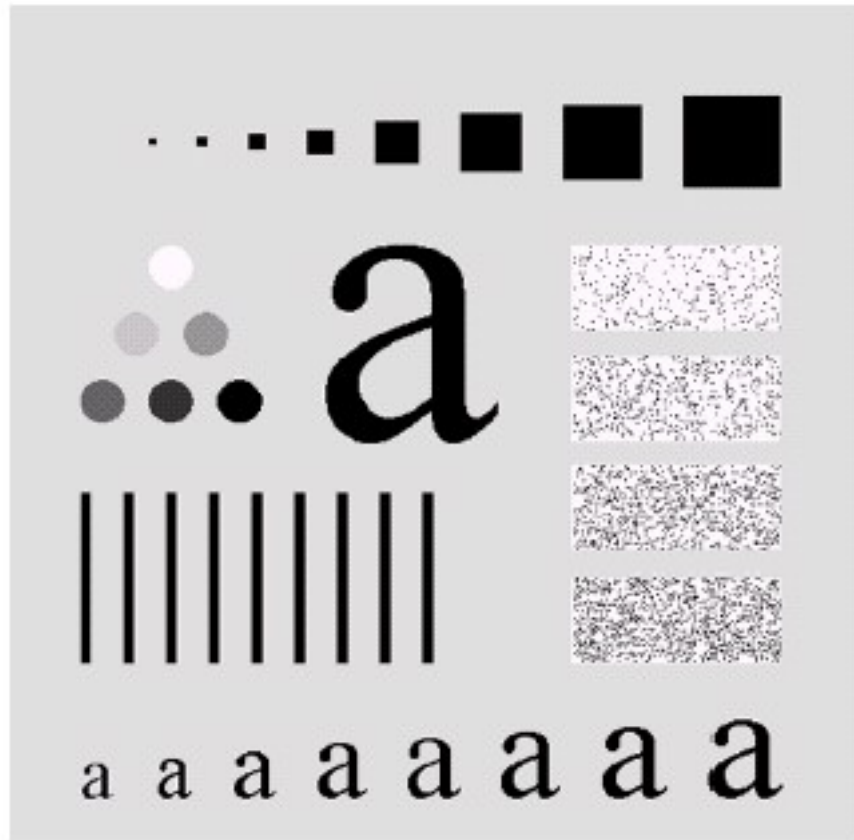


Figura 4.30 — (a) Gráfico em perspectiva da função de transferência de um filtro passa-baixas ideal; (b) seção transversal do filtro.



Realce no Domínio da Frequência



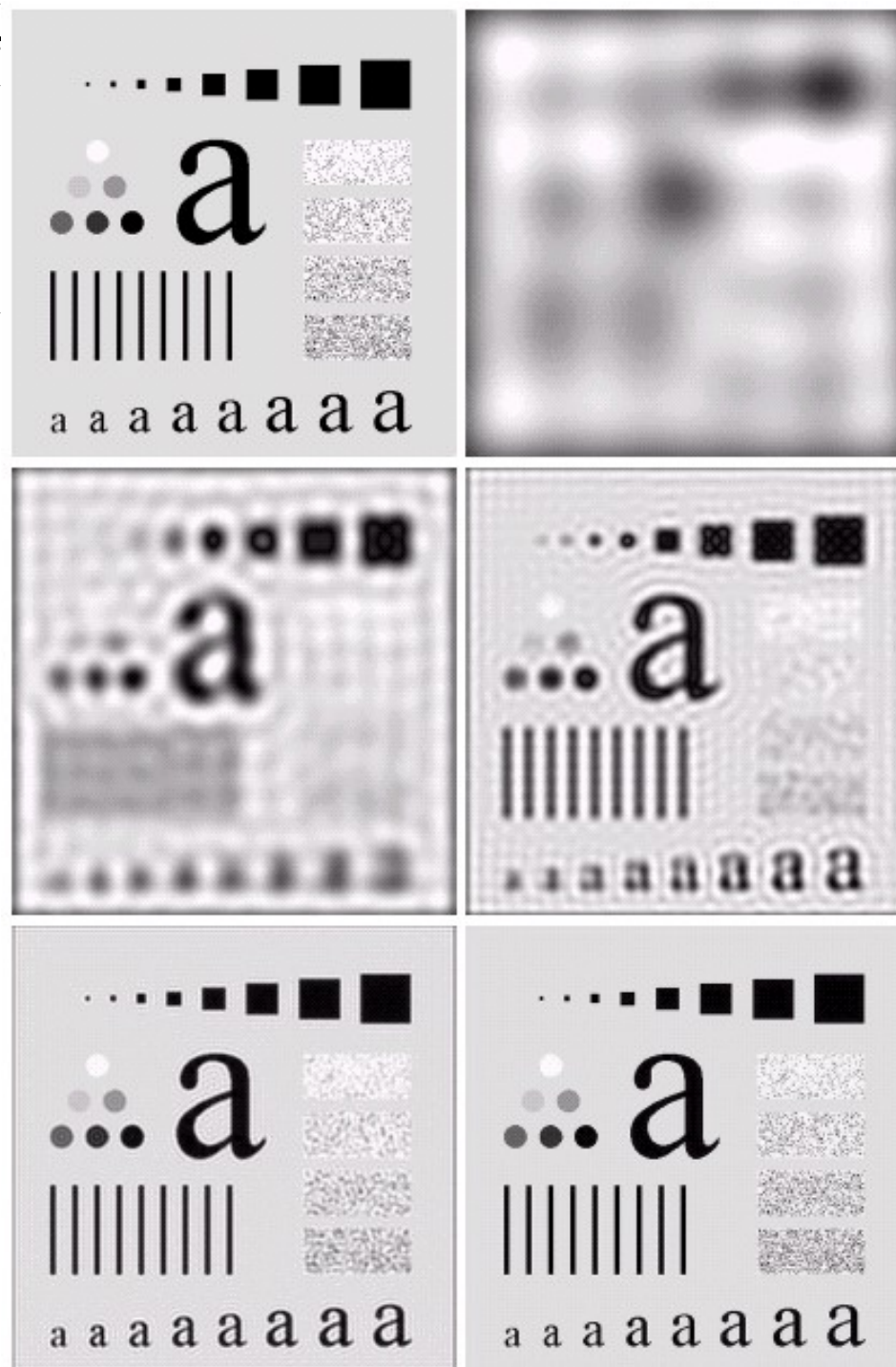
a) Imagem 500x500; b) Espectro de Fourier. os círculos indicam raios 5, 15, 30 80 e 230, os quais possuem 92, 94.6, 96.4, 98 e 99.5% do poder da imagem

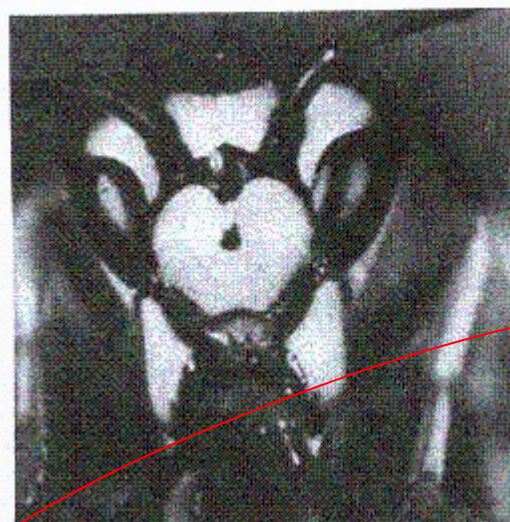
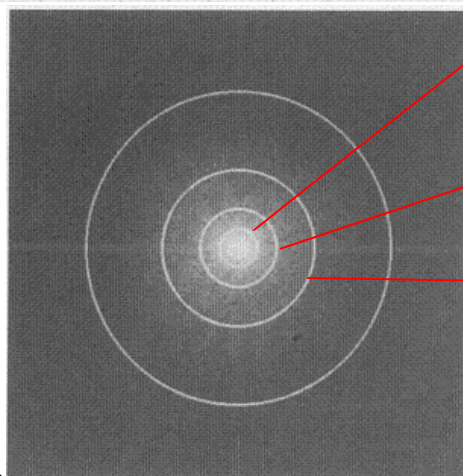
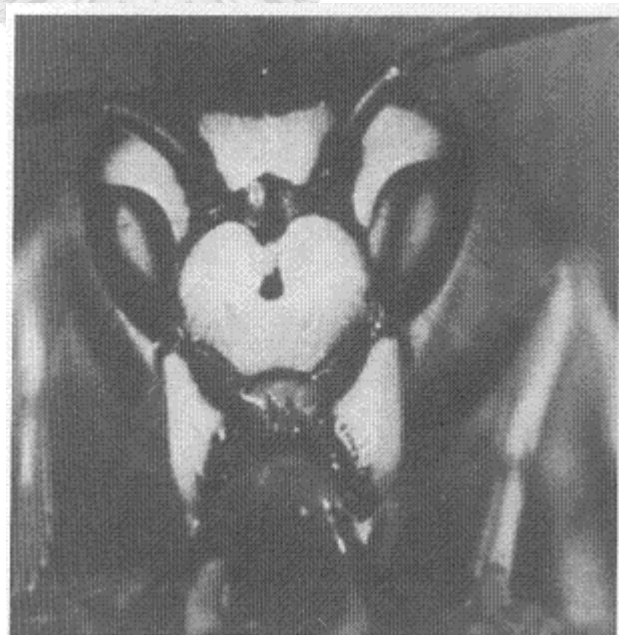


Realce no Domínio da Frequência

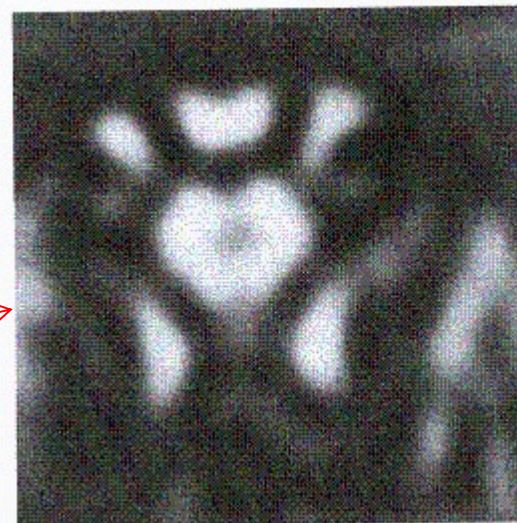
Passa-baixas ideal

- a) Imagem original;
- b) Filtragem usando corte em 5
- c) corte em 15
- d) corte em 30
- e) corte em 80
- f) corte em 230

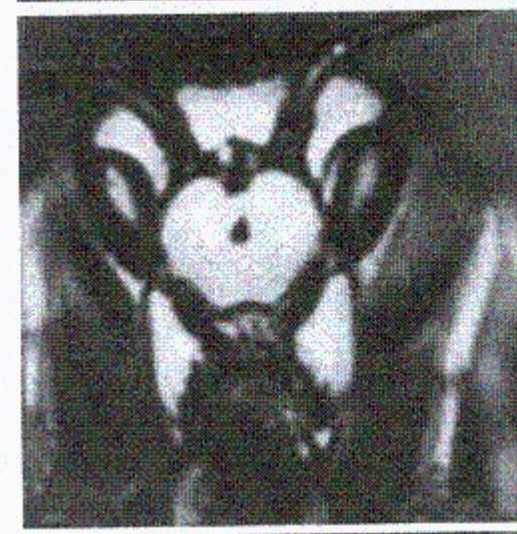




(b)



(d)



Filtragem no domínio da frequência
Utiliza frequências de corte



Filtro de Butterworth

A função de transferência do filtro passa-baixas de Butterworth (FPBB) de ordem n e com posição da frequência de corte a uma distância D_0 da origem é definida pela relação

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + [D(u, v) / D_0]^{2n}} \quad (4.4-4)$$

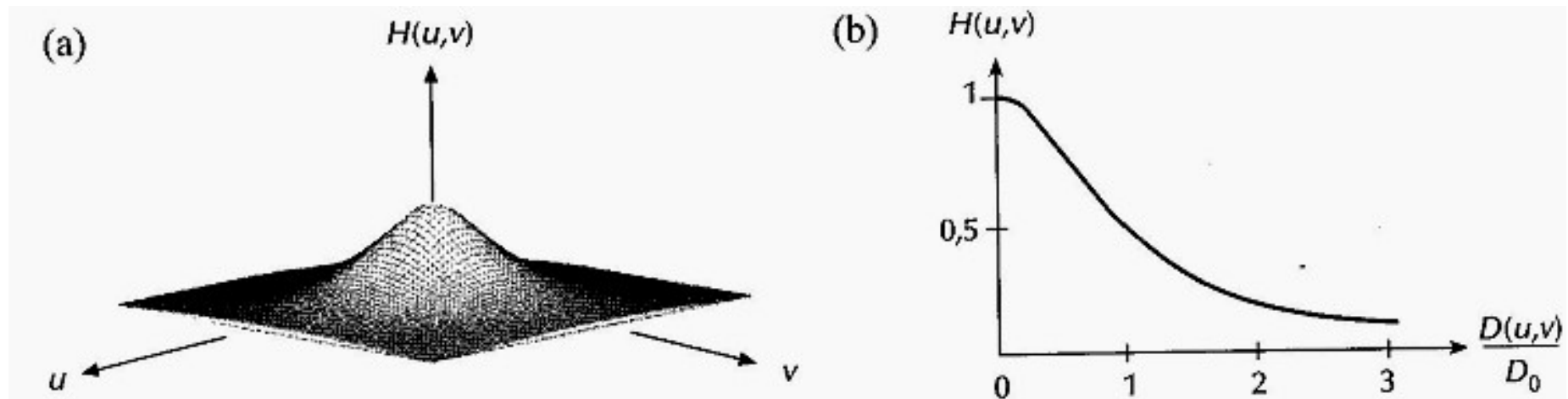
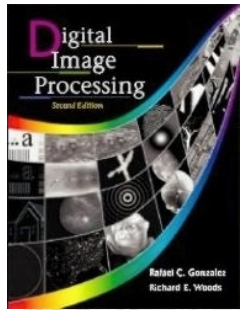


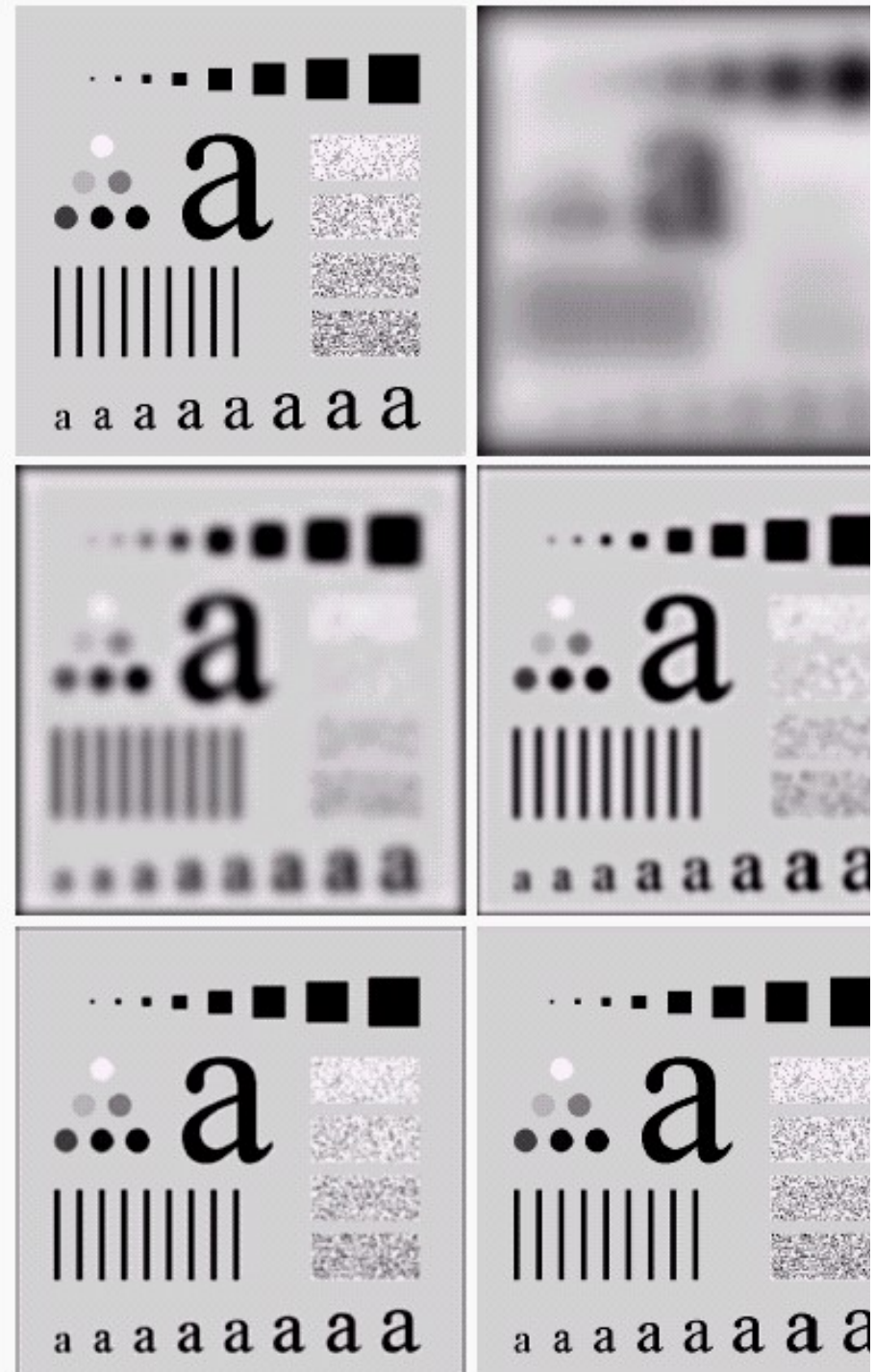
Figura 4.34 — (a) Filtro passa-baixas de Butterworth; (b) seção transversal radial para $n = 1$.



Realce no Domínio da Frequência

Butterworth Lowpass Filters

- a) Imagem original;
- b) Filtragem usando corte em 5
- c) corte em 15
- d) corte em 30
- e) corte em 80
- f) corete em 230





Realce no Domínio da Frequência

Gaussian Lowpass Filters

$$H(u, v) = e^{-D^2(u, v)/2\sigma^2}$$

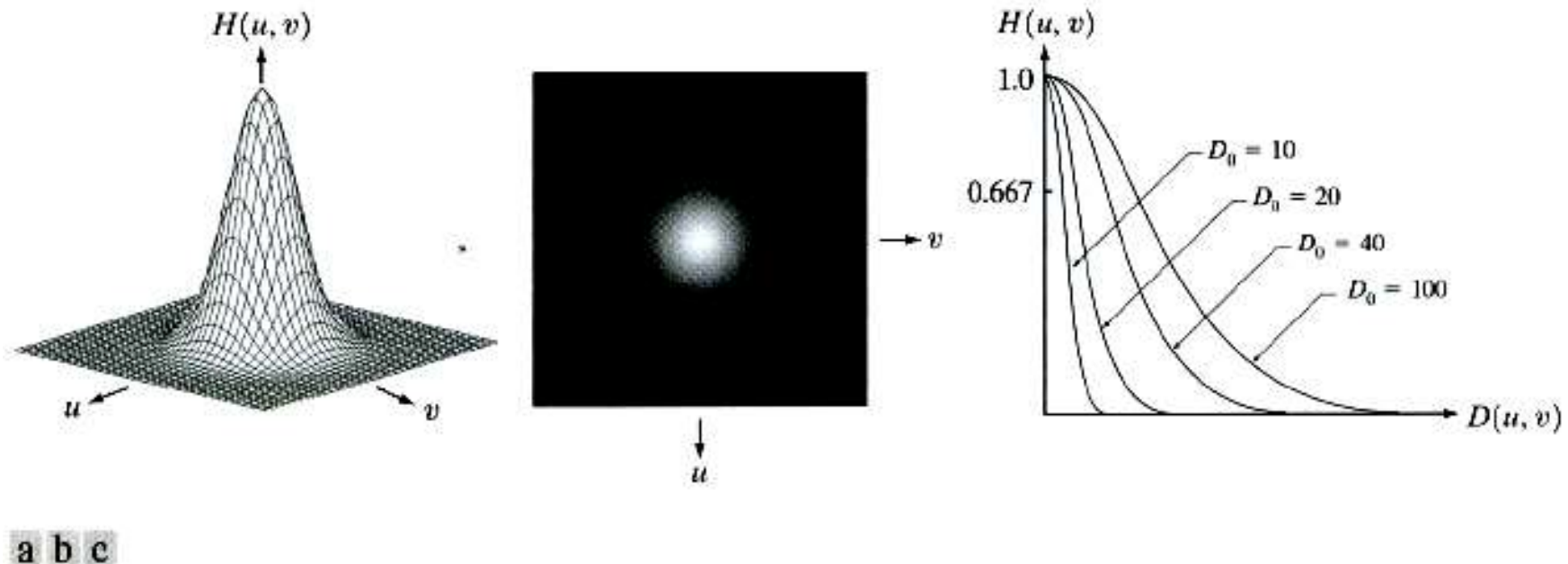
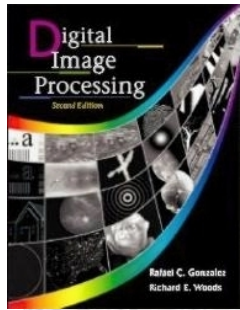


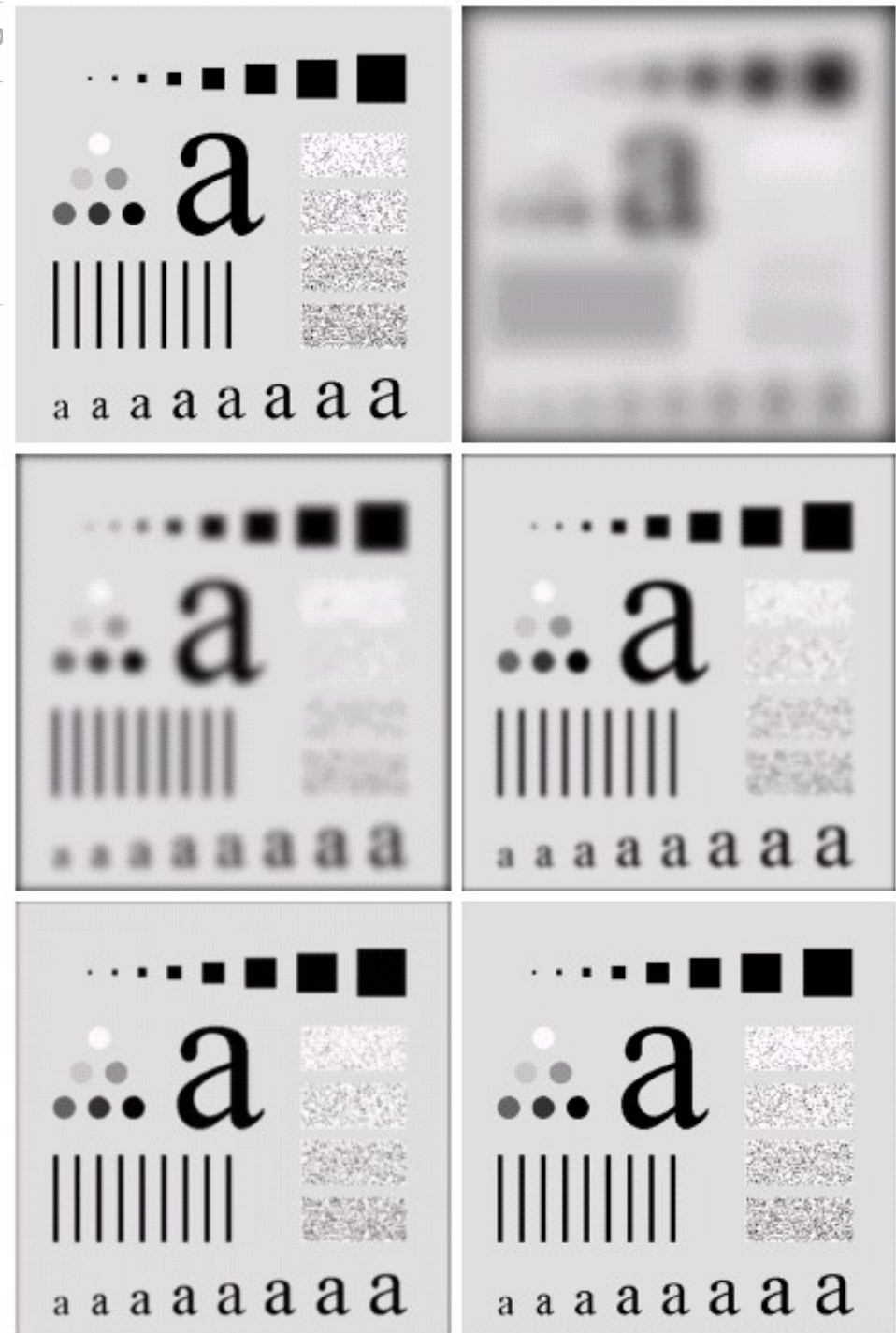
FIGURE 4.17 (a) Perspective plot of a GLPF transfer function. (b) Filter displayed as an image. (c) Filter radial cross sections for various values of D_0 .



Realce no Domínio da Frequência

Passa-baixo Gaussiano

- a) Imagem original;
- b) Filtragem usando corte em 5
- c) corte em 15
- d) corte em 30
- e) corte em 80
- f) corete em 230





Filtro ideal

Um filtro passa-altas ideal (FPAI) bidimensional é aquele cuja função de transferência satisfaz a relação

$$H(u, v) = \begin{cases} 0 & \text{se } D(u, v) \leq D_0 \\ 1 & \text{se } D(u, v) > D_0 \end{cases} \quad (4.4-6)$$

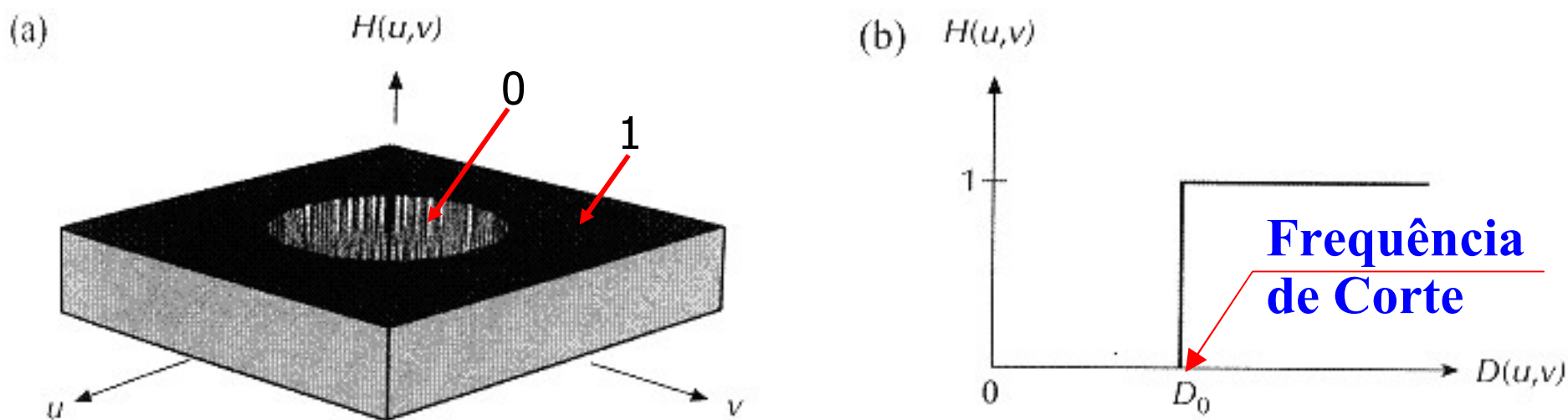


Figura 4.37 — Gráfico em perspectiva e seção transversal radial de um filtro passa-altas ideal.

Filtro de Butterworth

A função de transferência do filtro passa-altas de Butterworth (FPAB) de ordem n e com frequência de corte posicionada a uma distância D_0 da origem é definida pela relação

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + [D_0 / D(u, v)]^{2n}} \quad (4.4-7)$$

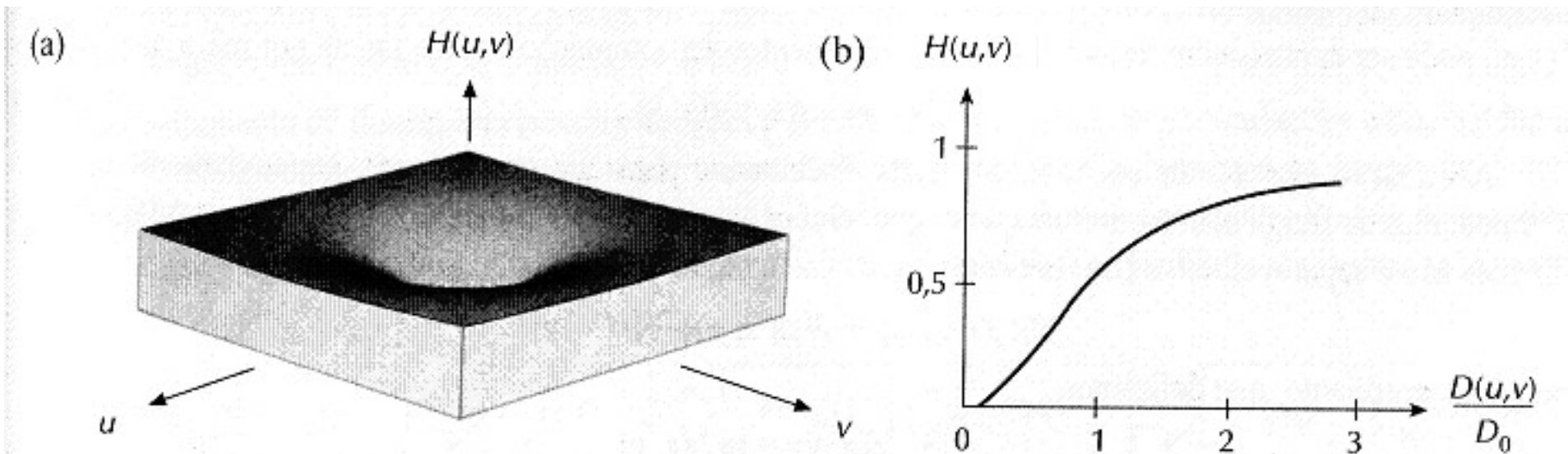


Figura 4.38 — Gráfico em perspectiva e seção transversal radial do filtro passa-altas de Butterworth para $n = 1$.



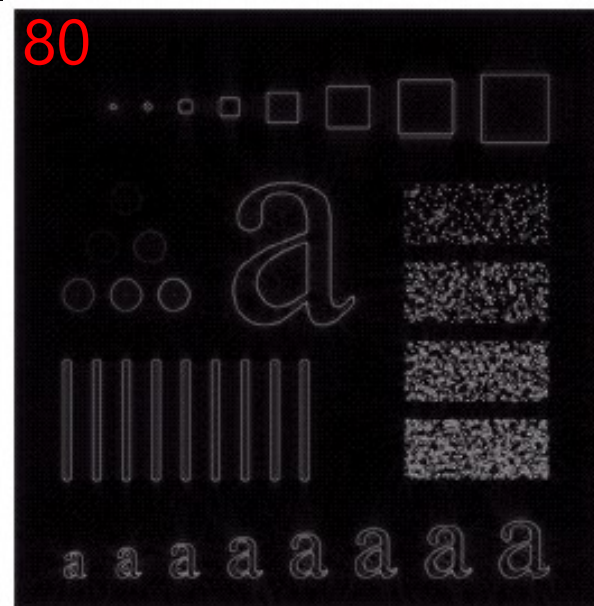
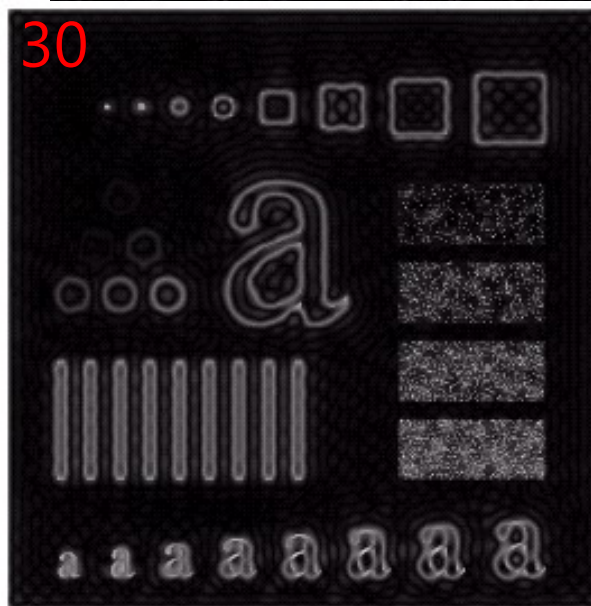
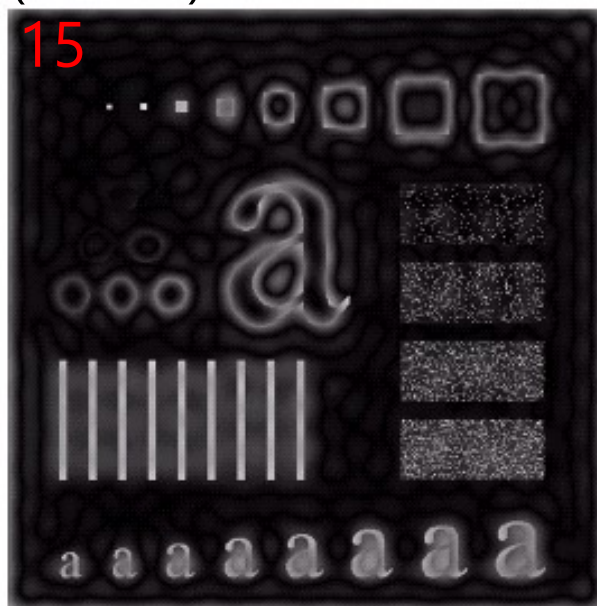
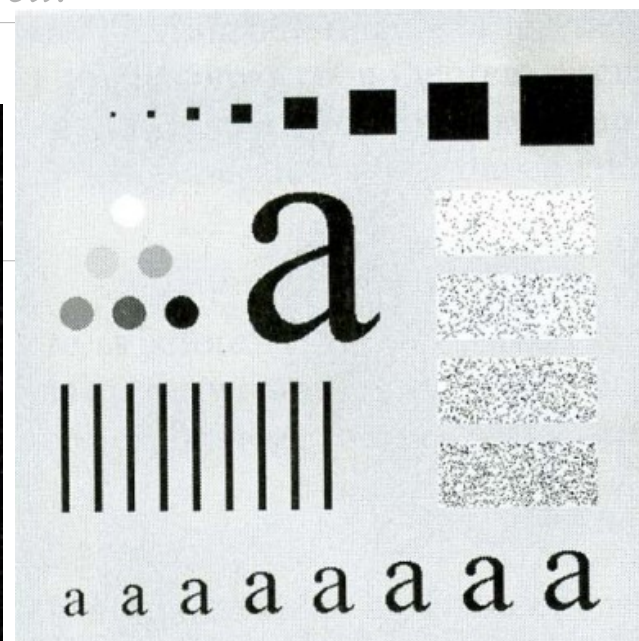
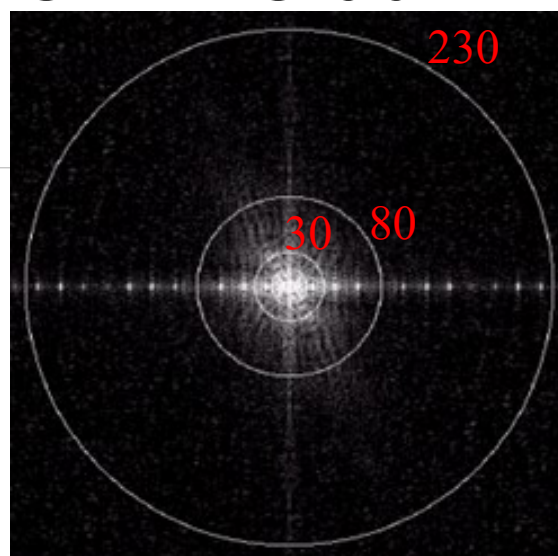
Digital Image Processing, 2nd ed.

Realce no Domínio da Frequência

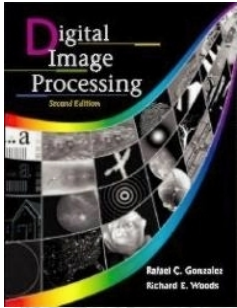
Passa-alta

em 15 e 30 ainda preserva algumas baixas

Em 80, apenas as altas (bordas)



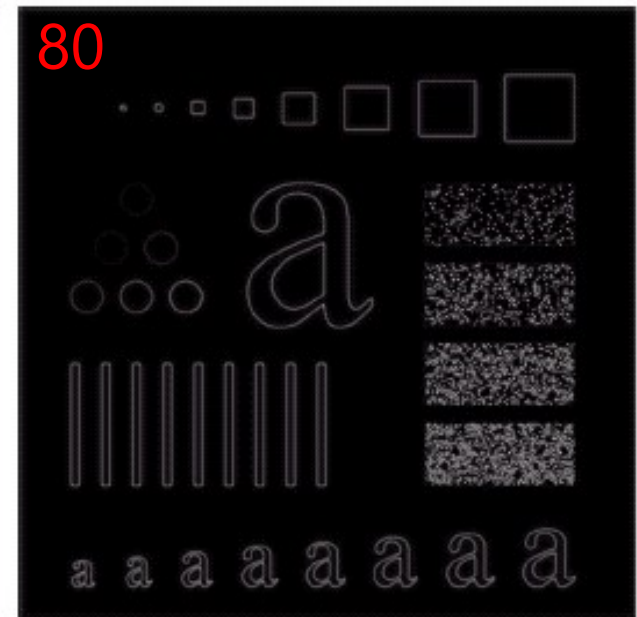
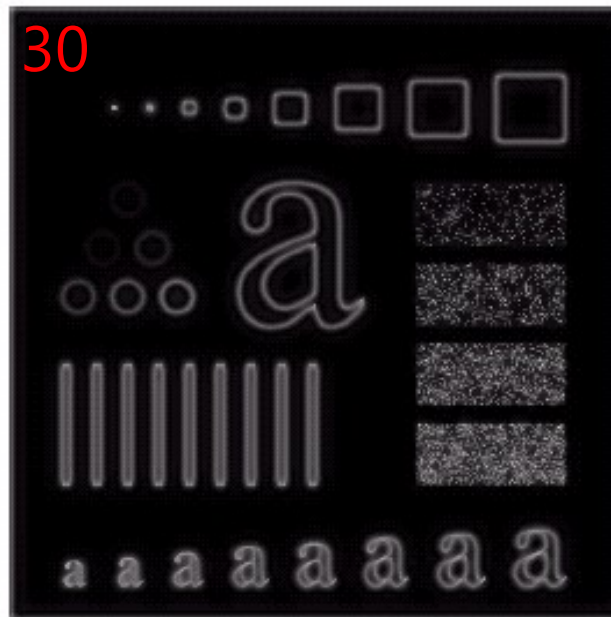
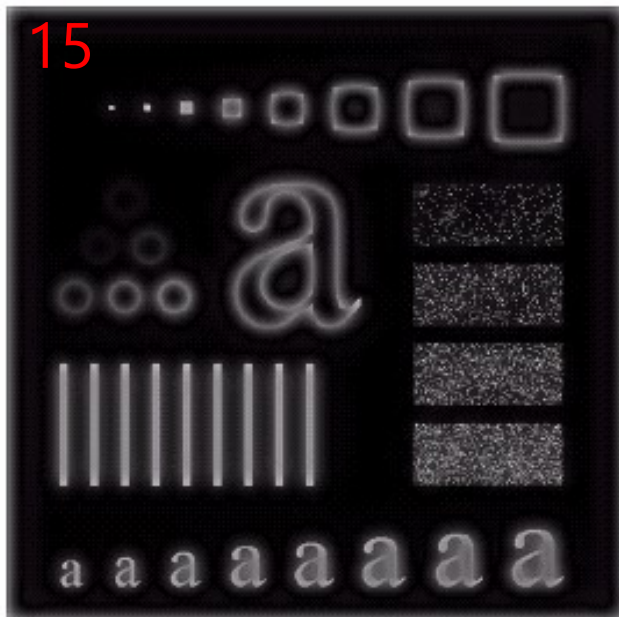
Resultado da filtragem ideal na imagem, com o corte em 15, 30 e 80



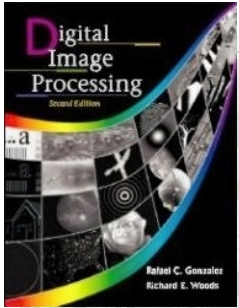
Realce no Domínio da Frequência

Butterworth Highpass Filters

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + [D_0/D(u, v)]^{2n}}$$



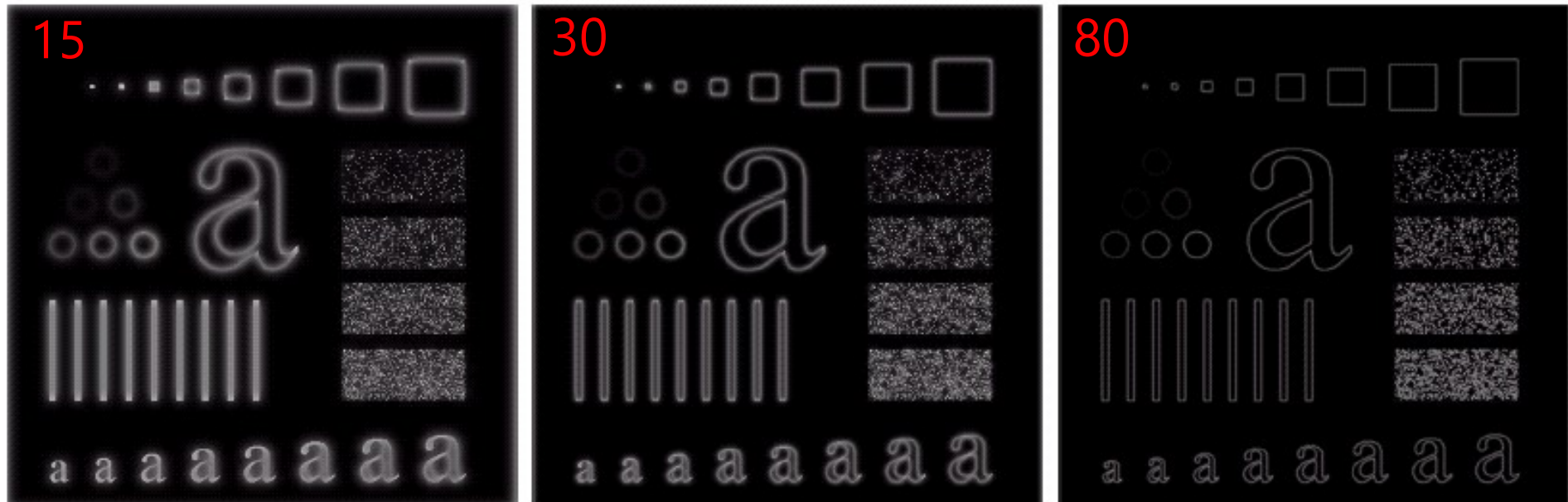
Resultado da filtragem ideal na imagem, com o corte em 15, 30 e 80



Realce no Domínio da Frequência

Gaussian Highpass Filters

$$H(u, v) = 1 - e^{-D^2(u, v)/2D_0^2}$$

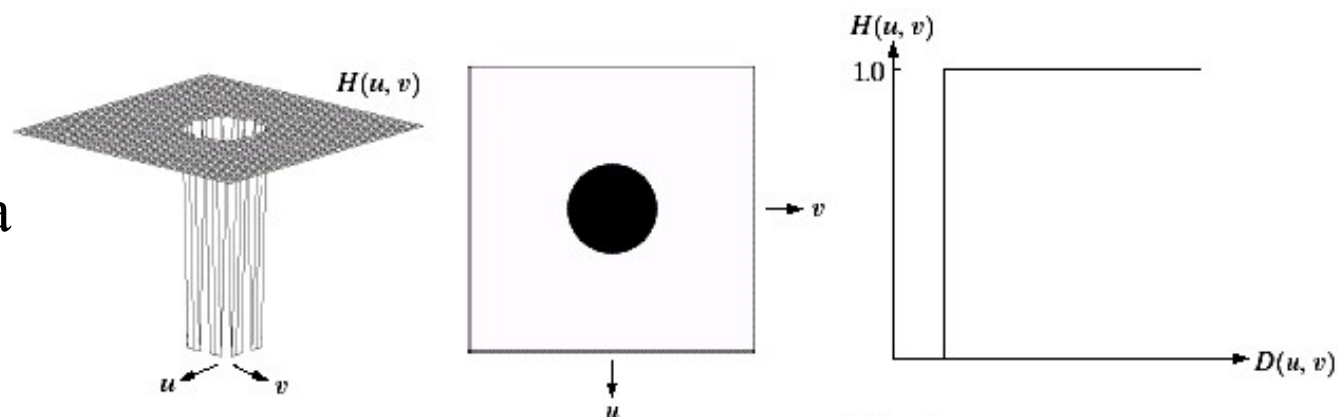


Resultado da filtragem ideal na imagem, com o corte em 15, 30 e 80

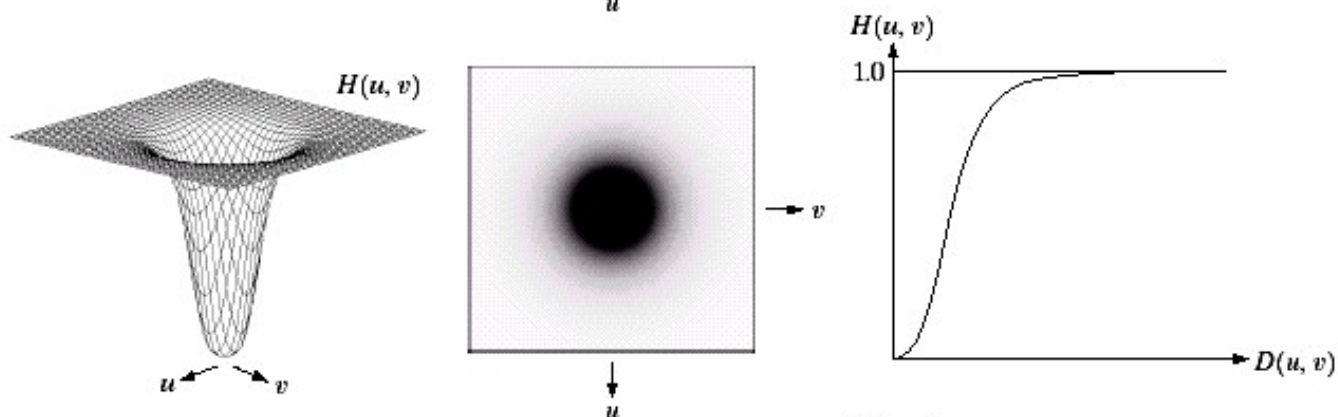


Realce no Domínio da Frequência

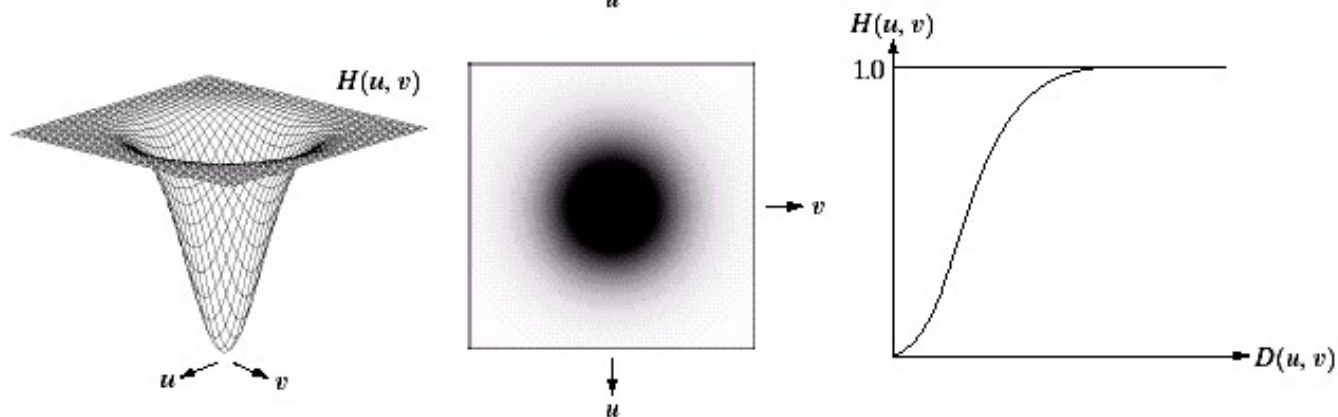
Passa-alta
ideal

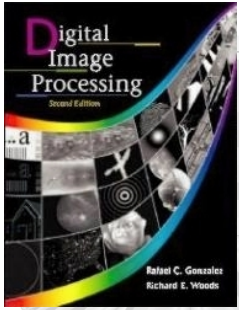


Passa-alta
Butterworth



Passa-alta
Gaussiano

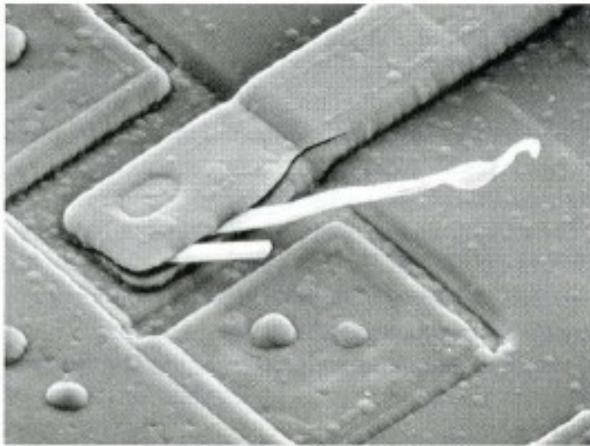




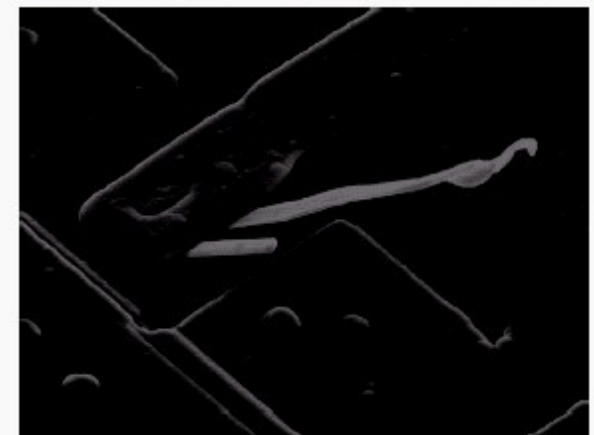
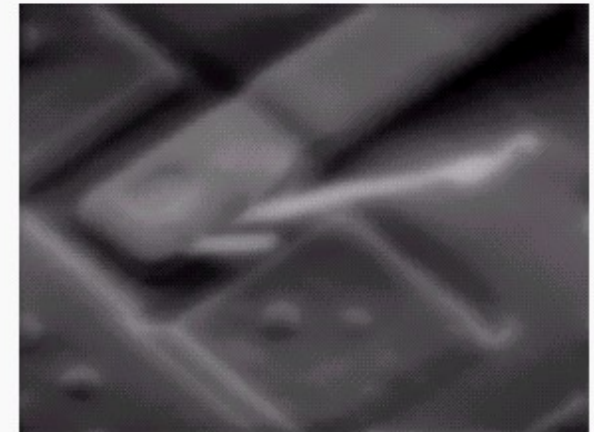
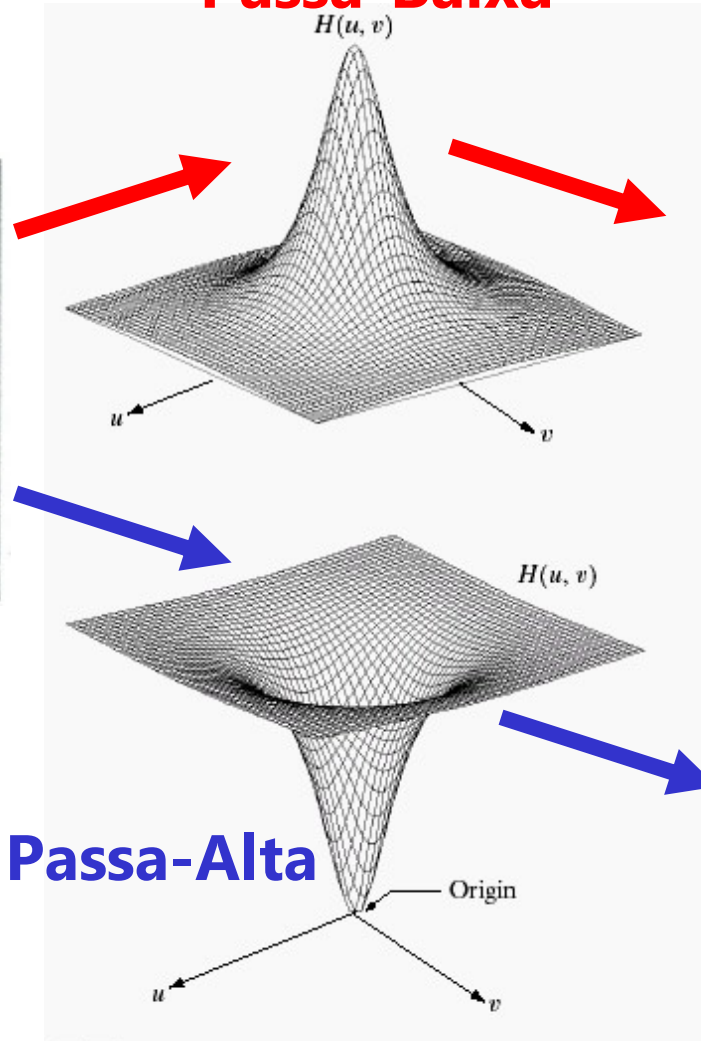
Realce no Domínio da Frequência

Passa Baixa x Passa Alta

Imagem Original



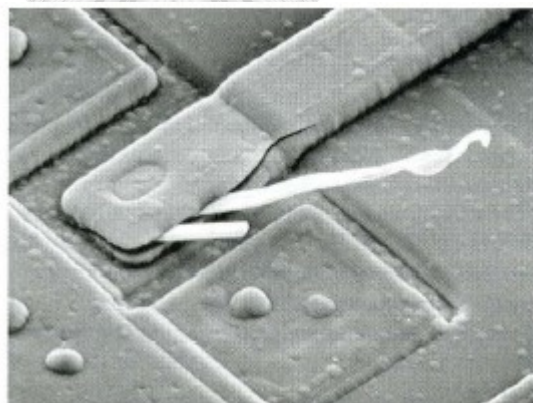
Passa-Baixa



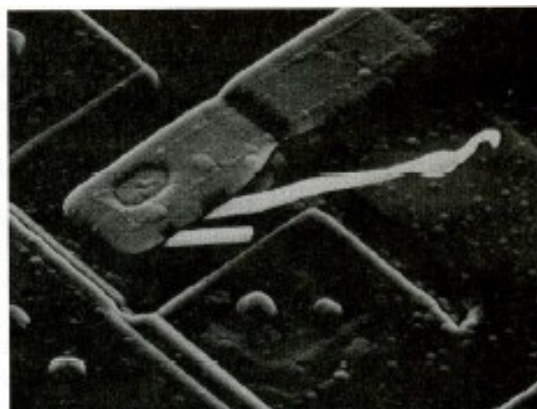


Realce no Domínio da Frequência

Realce Somando Alta Frequência na Imagem



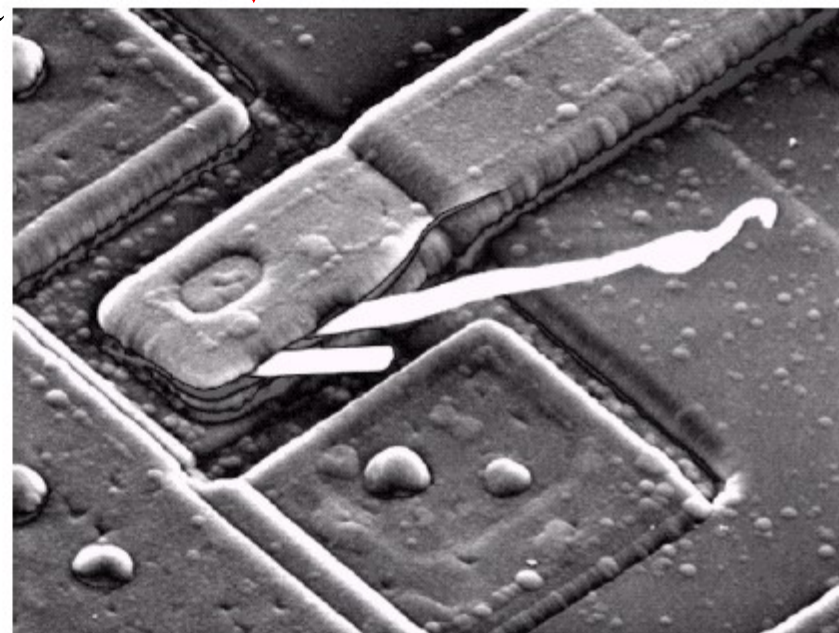
original



alta-frequencia



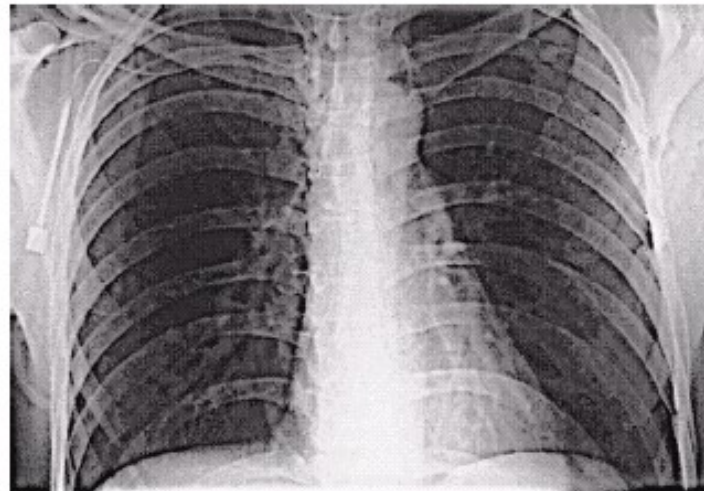
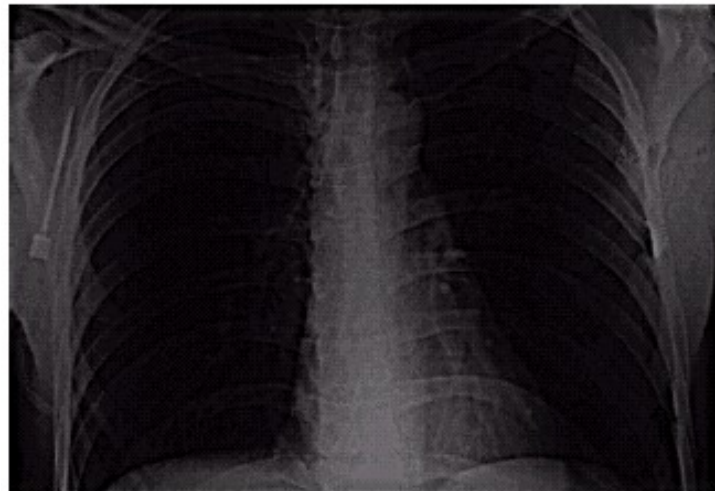
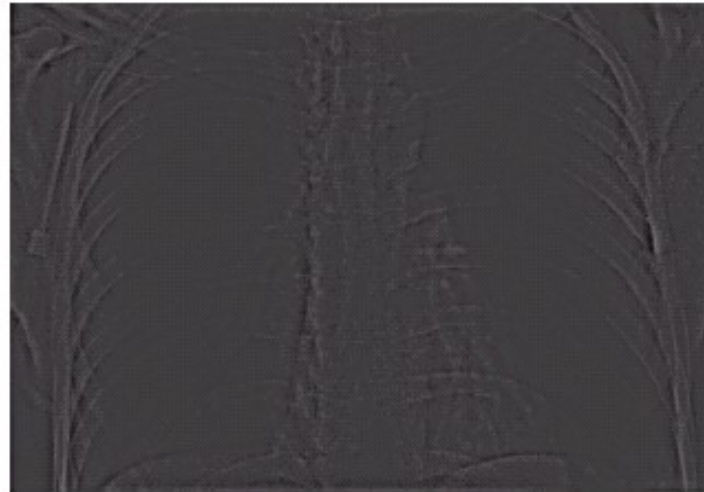
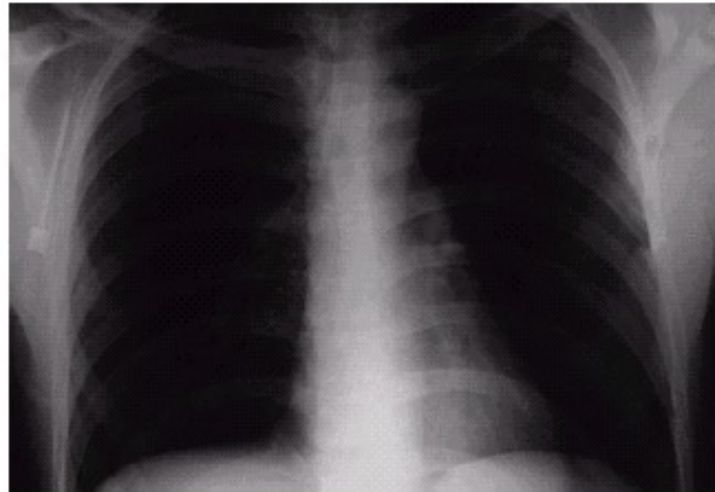
imagem realçada



**imagem realçada =
original + alta-frequencia**



Realce no Domínio da Frequência



a	b
c	d

- a) Imagem original
- b) Passa-alta Butterworth
- c) Incremento com a alta-frequencia
- d) Equalização do Histograma de (c)



Realce no Domínio da Frequência

High-Boost Filtering

No domínio
do Espaço

$$f_{hp}(x, y) = f(x, y) - f_{lp}(x, y).$$

$$f_{hb} = Af(x, y) - f_{lp}(x, y)$$

$$f_{hb}(x, y) = (A - 1)f(x, y) + f(x, y) - f_{lp}(x, y)$$

$$f_{hb}(x, y) = (A - 1)f(x, y) + f_{hp}(x, y)$$

Fortalece a imagem original (altas e baixas) e subtrai a baixa

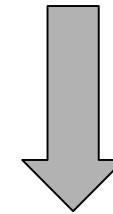


Realce no Domínio da Frequência

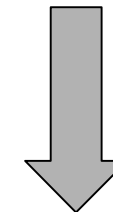
No domínio da
Frequência

Obtém a alta-frequência,
subtraindo a baixa
frequência da imagem

Sharpening Frequency Domain Filters

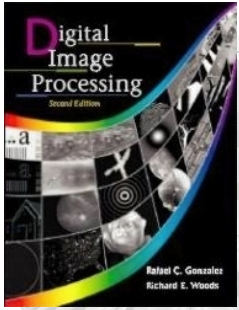


Passa-altas



$$H_{hp}(u, v) = 1 - H_{lp}(u, v)$$

Imagem



Realce no Domínio da Frequência

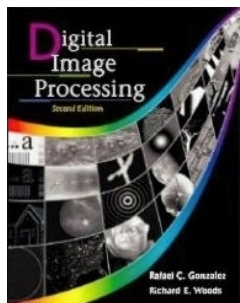
Homomorphic Filtering

Trata a imagem como uma combinação de iluminação e reflectância

$$f(x,y) = i(x,y).r(x,y)$$

O filtro $H(u,v)$ opera de maneira diferente nestas componentes

A vantagem é que se obtém um controle sobre as componentes de iluminação e reflectância, fazendo uma compressão da escala dinâmica e realce de contraste simultâneos



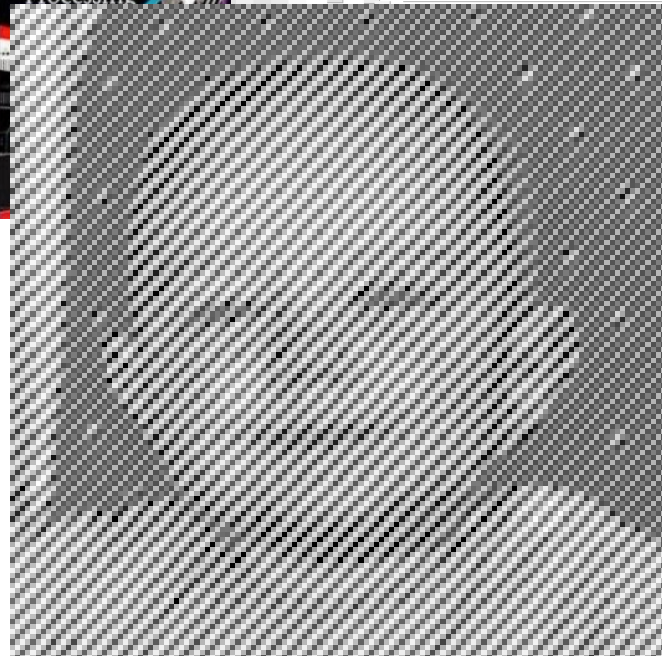
Realce no Domínio da Frequência



Imagem original

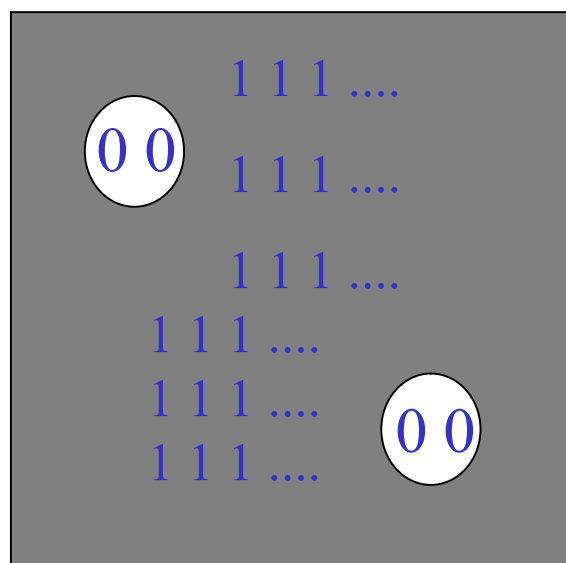
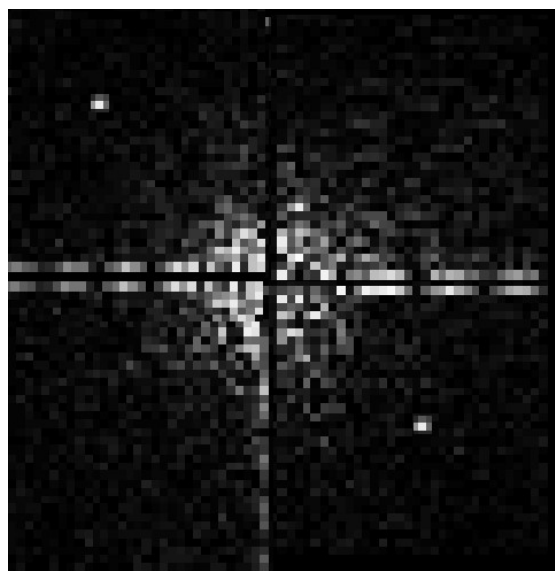
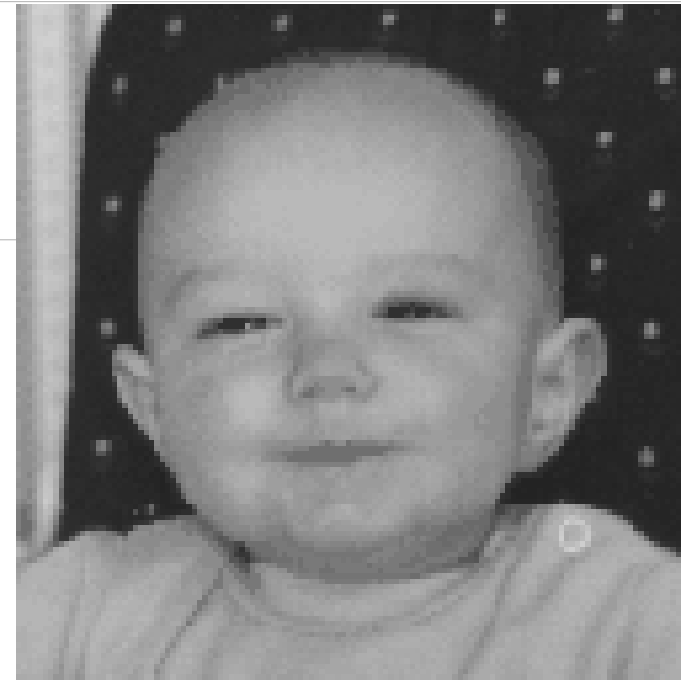


Resultado da filtragem homomorfica

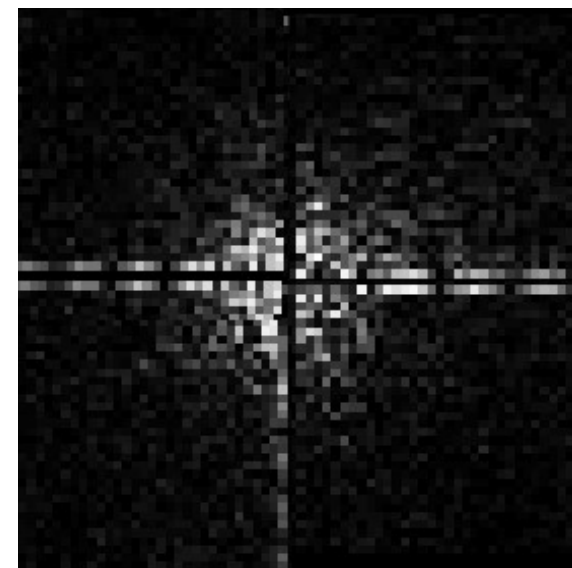


Redução de ruído periódico

Fourier



=





Fim do Primeiro Bimestre