



C209 – Computação Gráfica e Multimídia
EC215 – Multimídia

Operações no Domínio da Frequência

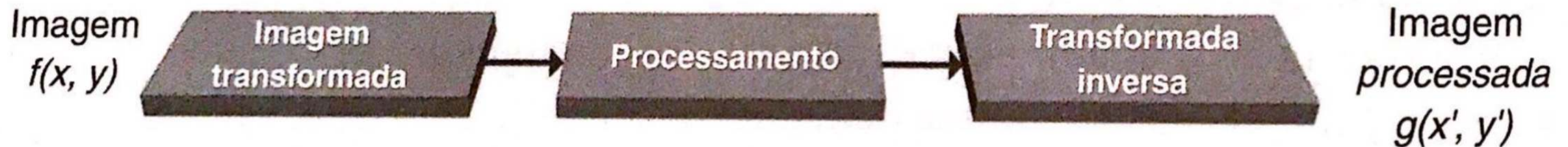
Marcelo Vinícius Cysneiros Aragão
marcelovca90@inatel.br

Filtragem no Domínio da Frequência

- É realizada depois de se transformar a representação da imagem no espaço para o domínio da frequência.
- A imagem a ser filtrada é multiplicada por uma função de transferência.
- Em seguida, a filtragem é realizada e, para se visualizar a imagem resultante filtrada, calcula-se a transformada inversa.
- A utilização da transformadas em imagens facilita alguns processos de definição de filtros, reconhecimento de texturas e compressão de imagens.

Filtragem no Domínio da Frequência

- Portanto, o processamento ou a análise de imagens no domínio da frequência é realizado usualmente através de três passos, conforme o esquema a seguir:

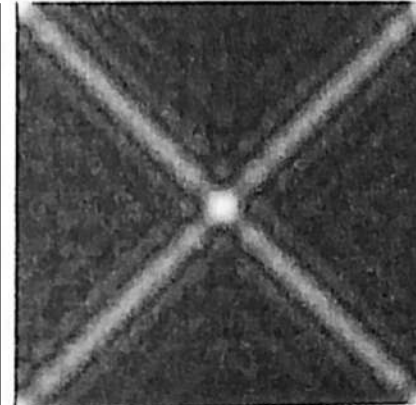
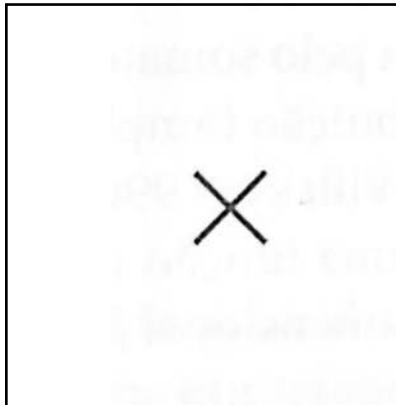
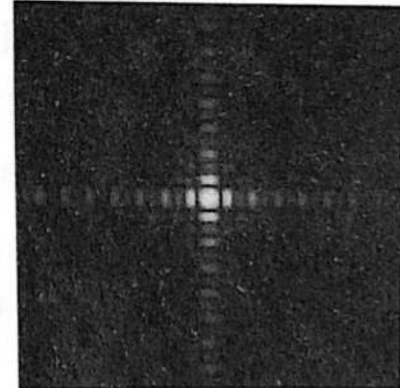
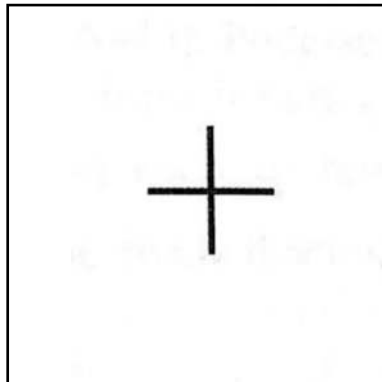
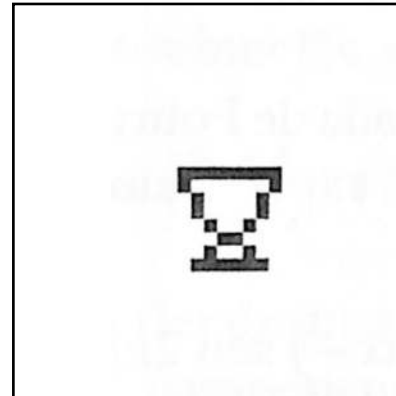
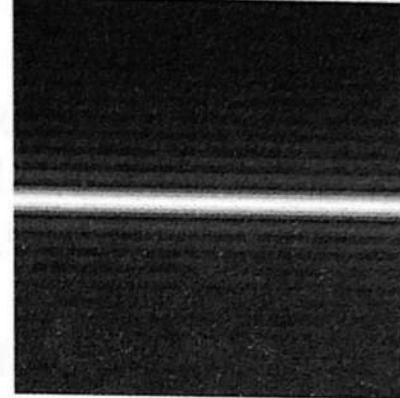
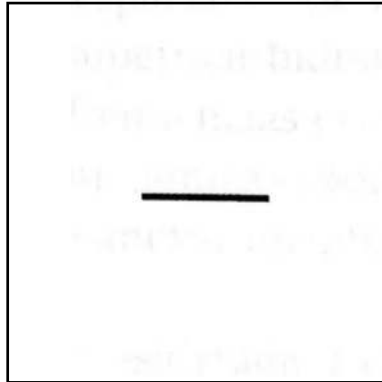
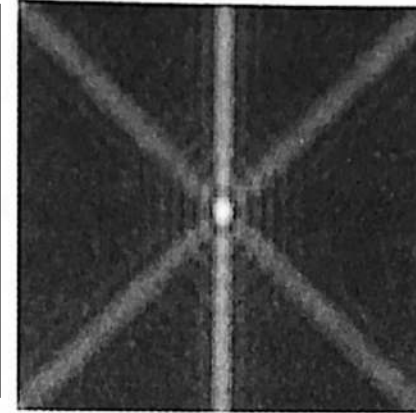
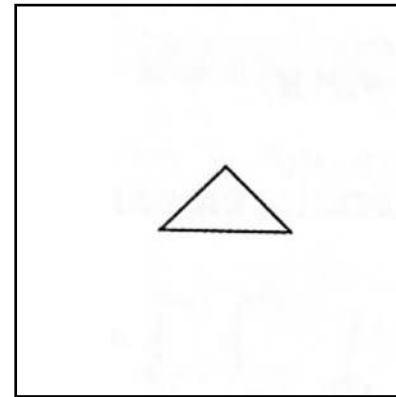
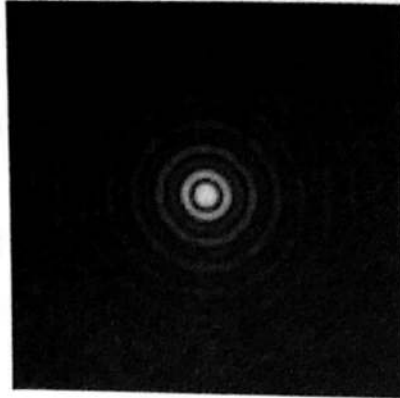
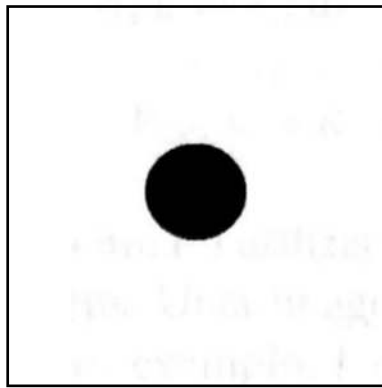


Filtragem no Domínio da Frequência

- A utilização de suas **formas discretas** e o entendimento de suas propriedades são muito importantes, pois a mudança de domínio do espaço para o domínio da frequência e vice-versa ocorre através dessas transformadas.
- Nas transformadas **não há perda de informação durante a mudança do domínios**, apenas a informação visual da imagem passa a ser representada de uma outra forma, no domínio da frequência.

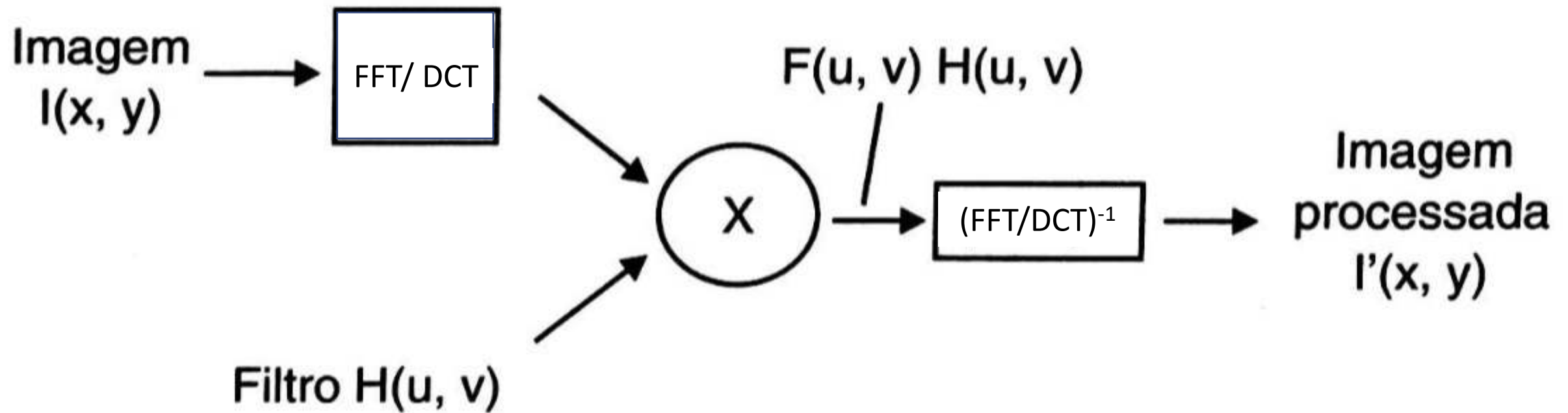
Filtragem no Domínio da Frequência

- Parece difícil entender a visualização da imagem, pois **um ponto de uma imagem representado no domínio da frequência pode conter informações sobre toda a imagem no domínio espacial**, indicando quanto desta frequência há na imagem.

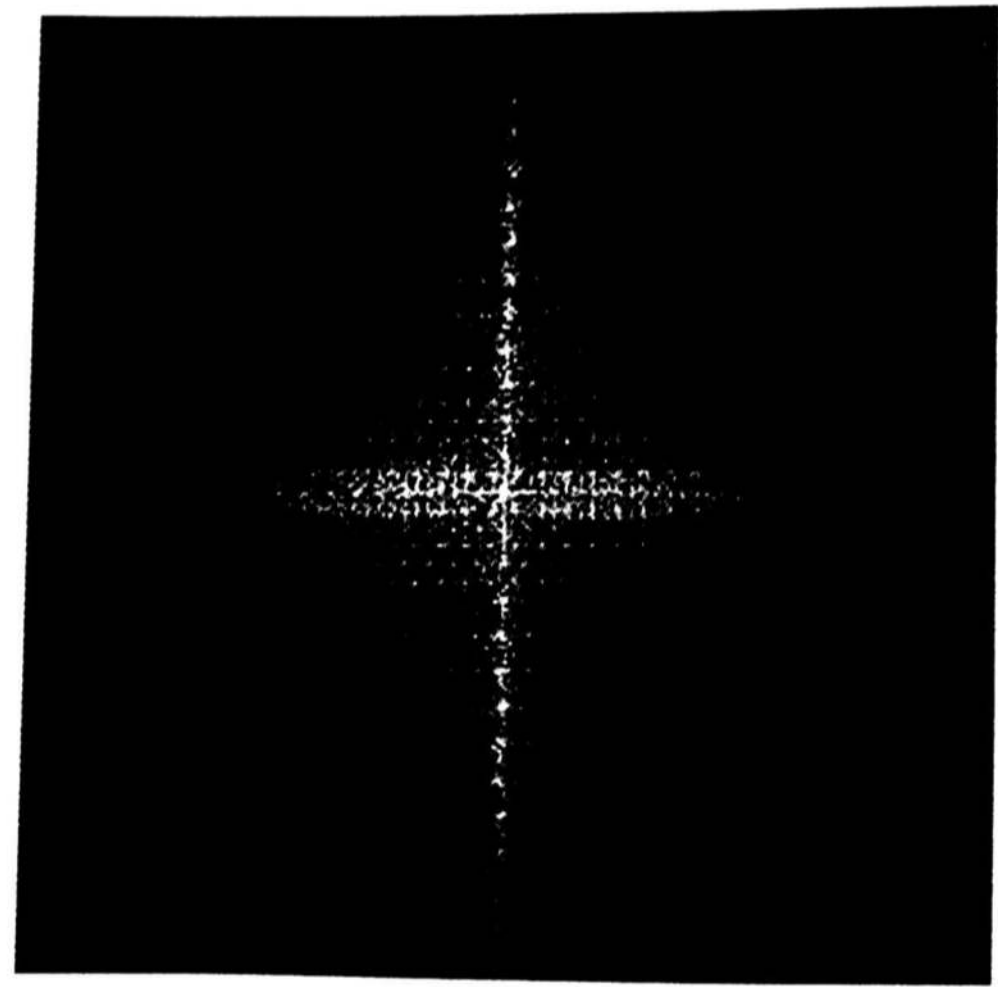
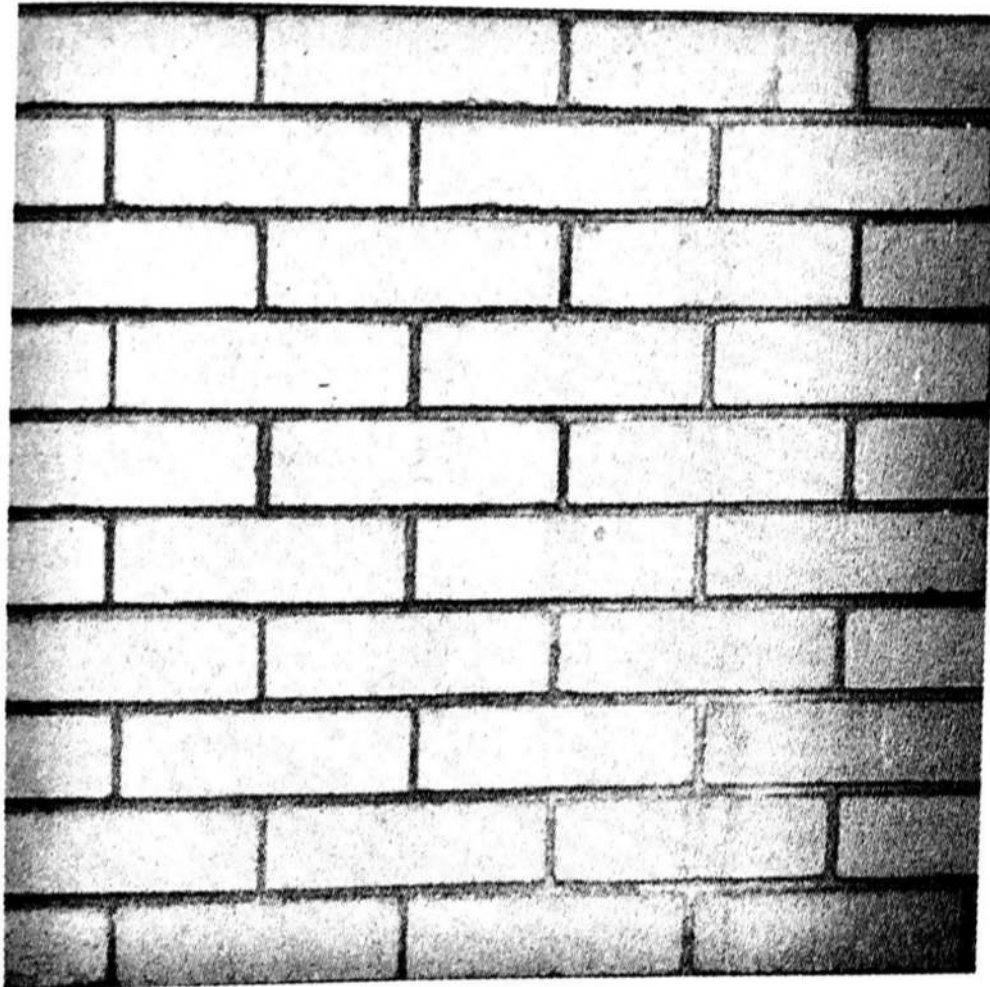


Filtragem no Domínio da Frequência

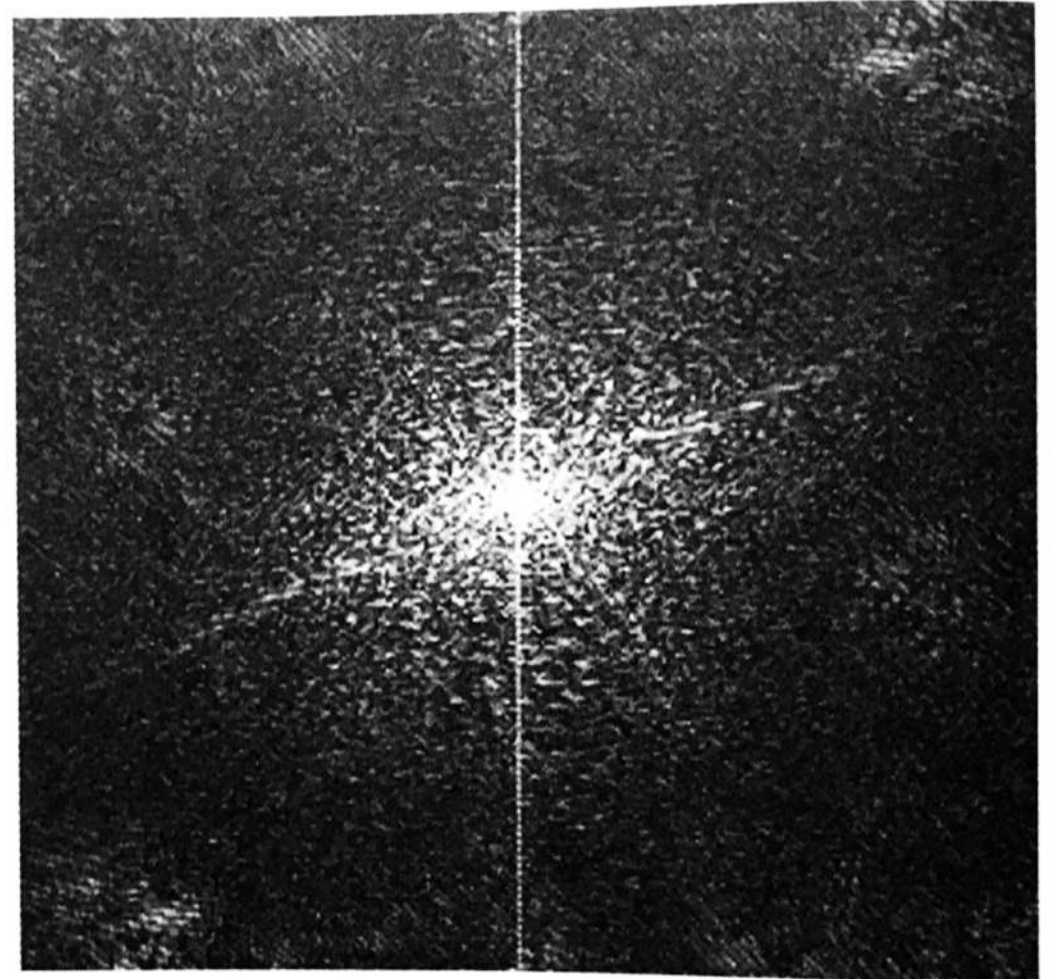
- Vide o esquema (no slide a seguir) para compreender a ideia básica para o processamento nesse domínio.
 - a) Em um primeiro passo, a imagem é transformada para o domínio da frequência, através de sua transformada discreta (FFT/DCT).
 - b) Em seguida, a imagem (no domínio da frequência) é submetida a um filtro (que serão mostrados adiante).
 - c) Finalmente, a imagem resultante é submetida a uma transformada inversa de modo a retornar ao domínio espacial.



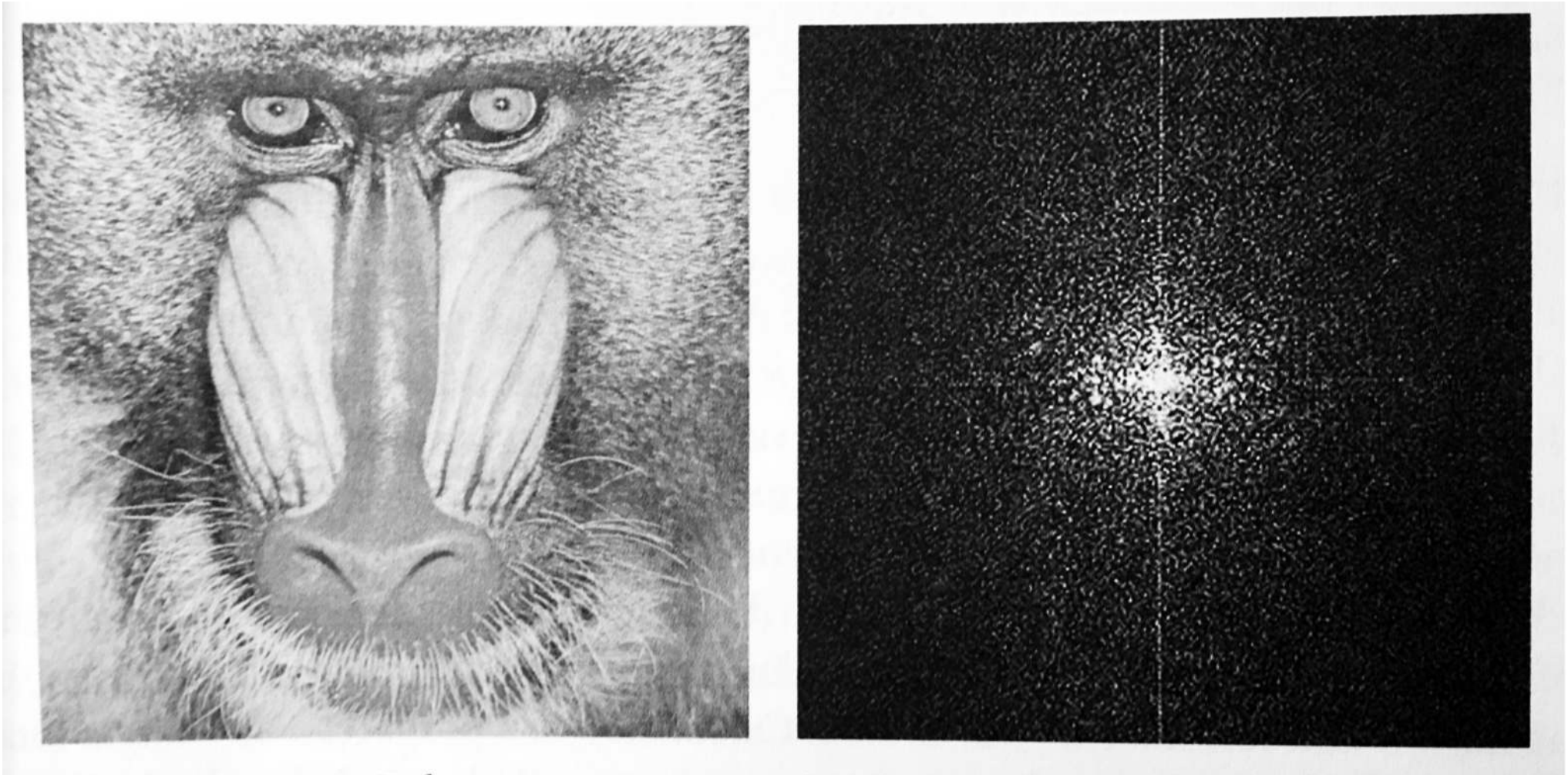
Filtragem no Domínio da Frequência



Filtragem no Domínio da Frequência



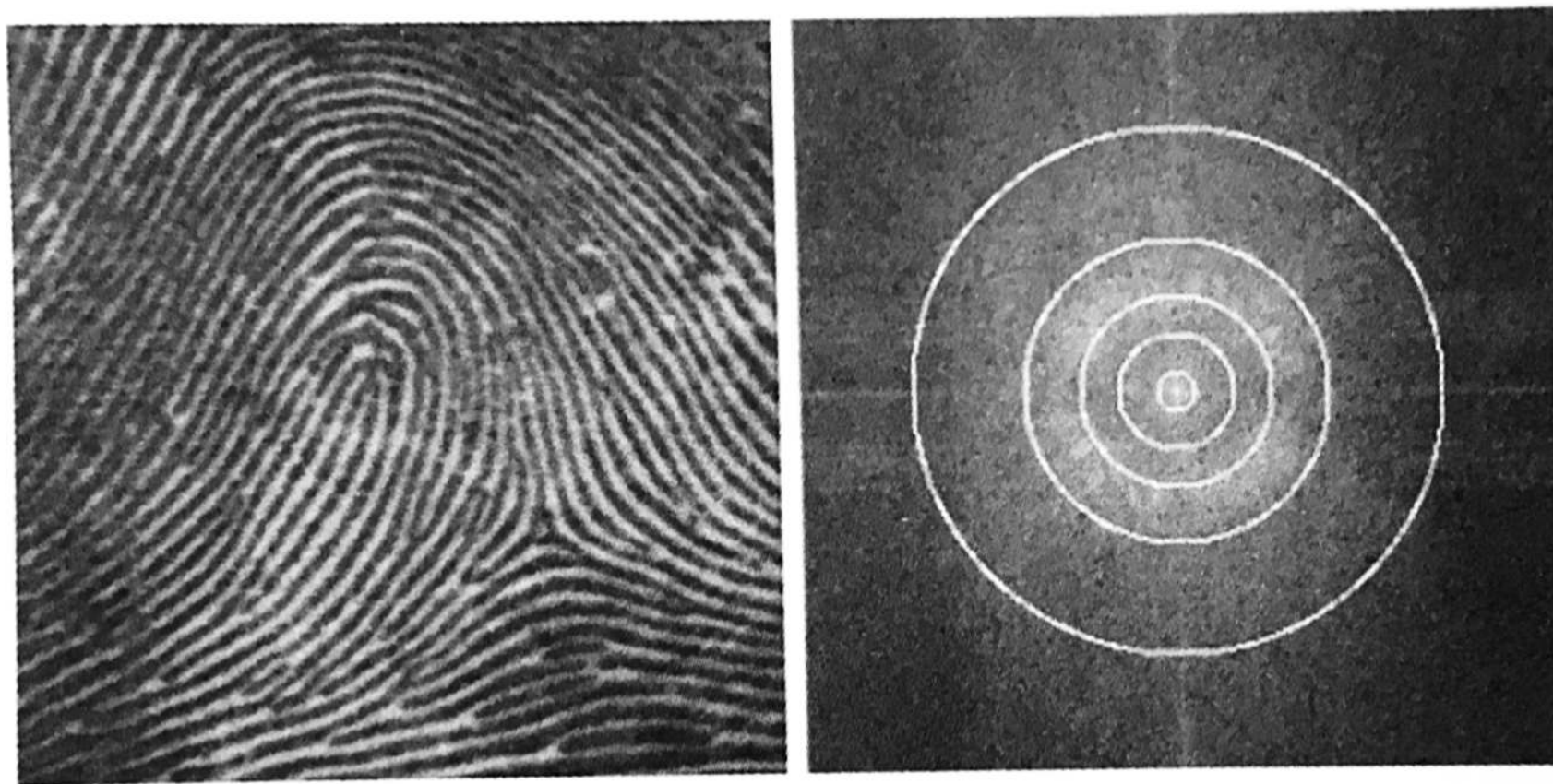
Filtragem no Domínio da Frequência



Filtragem no Domínio da Frequência

- Através das informações geradas pela imagem no domínio da frequência, pode-se realçar (manter) ou diminuir (eliminar) os coeficientes dos componentes de determinadas frequências.
- Uma outra informação importante que se pode obter deste espectro é a *informação de energia da imagem (image power)*.
- Praticamente em todas as imagens, observa-se que a energia, a partir o seu centro no domínio da frequência, está concentrada nos componentes de baixas frequências.

Filtragem no Domínio da Frequência

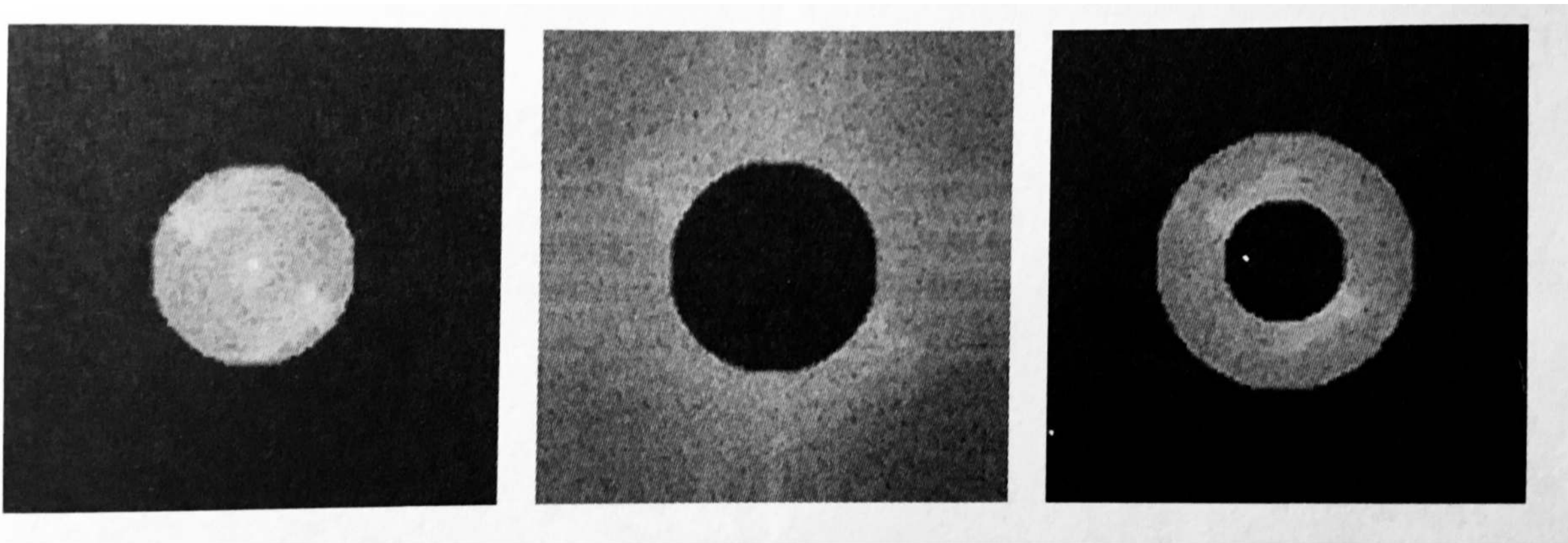


Raio	Energia
5	94.18%
15	94.70%
25	96.09%
40	99.62%
70	99.95%

Filtragem no Domínio da Frequência

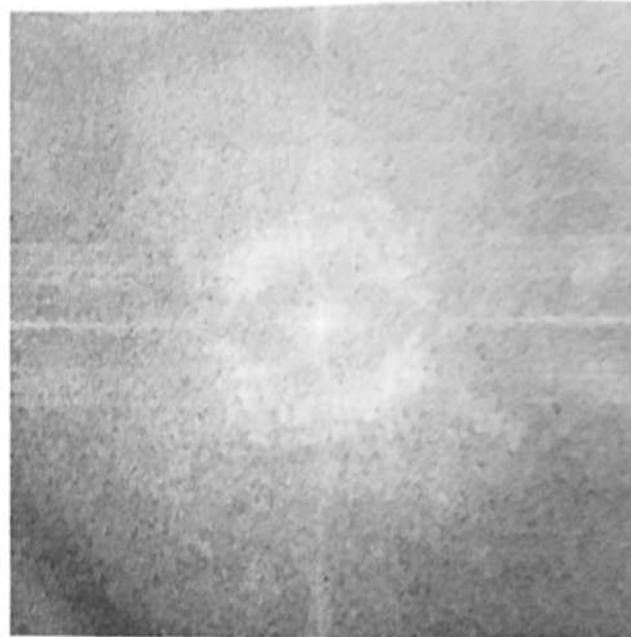
- Esta ideia de energia ajuda a entender os tipos de filtros e como utiliza-los no processamento de imagens.
- A filtragem mais simples e mais utilizada é realizada através de filtros passa-faixa ou passa-banda, que removem regiões selecionadas de frequência entre altas e baixas frequências.
 - a) Quando a faixa está próxima à origem, é chamado de passa-baixa.
 - b) Quanto a faixa está afastada à origem, é chamado de passa-alta.
 - c) Quando há limites inferior e superior (ou seja, quando a faixa assume a forma de um “anel”), o filtro recebe é dito passa-banda.

Filtragem no Domínio da Frequência



Filtragem Passa-Baixa

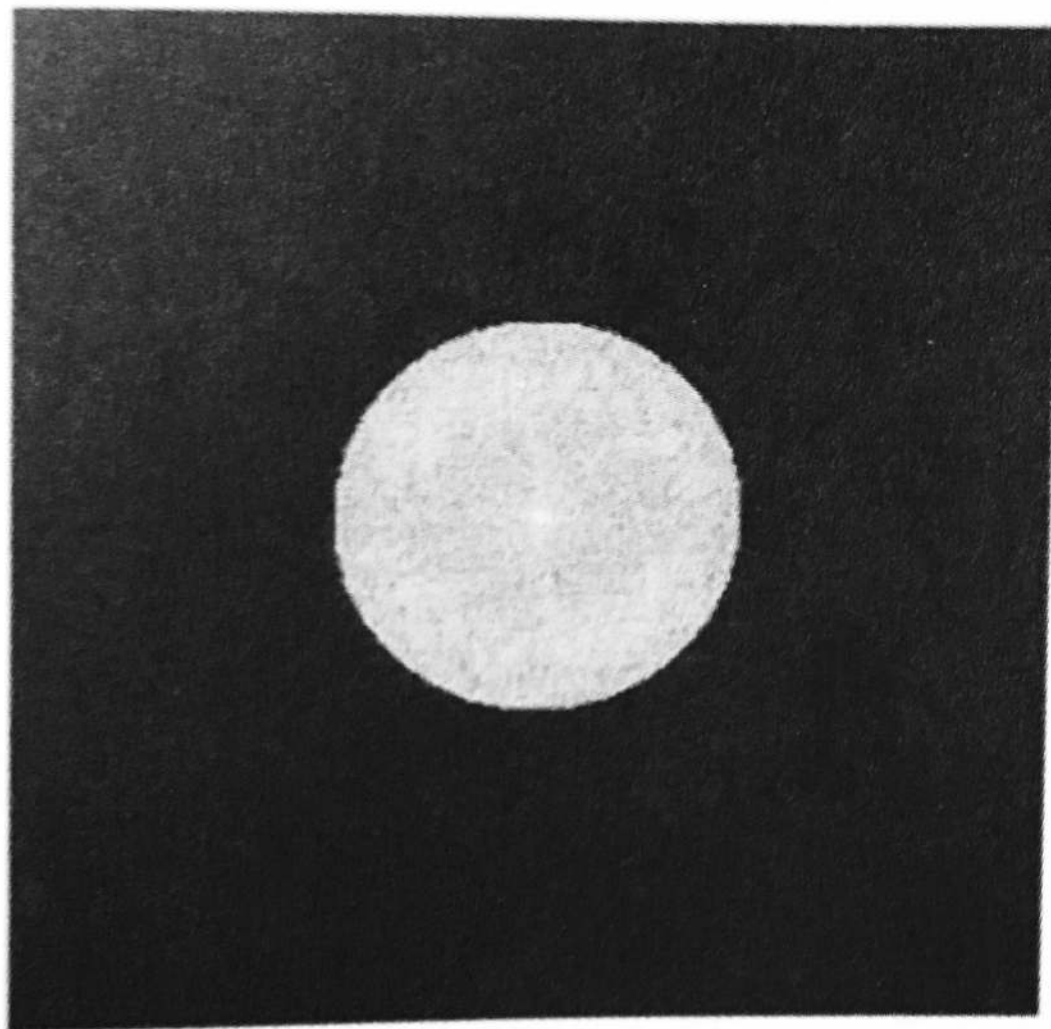
- Como dito anteriormente, a maior energia de uma imagem, quase sempre, está concentrada nos componentes de baixa frequência.
- Consequentemente, os componentes de alta frequência (detalhes, como bordas, lados e outras transições abruptas de nível de cinza) representam pouco na imagem.
- Portanto, utilizando-se um filtro passa-baixa, obtém-se uma imagem menos nítida (*blurred*/suavizada), na qual ocorre uma perda de detalhes que são os componentes de alta frequência.



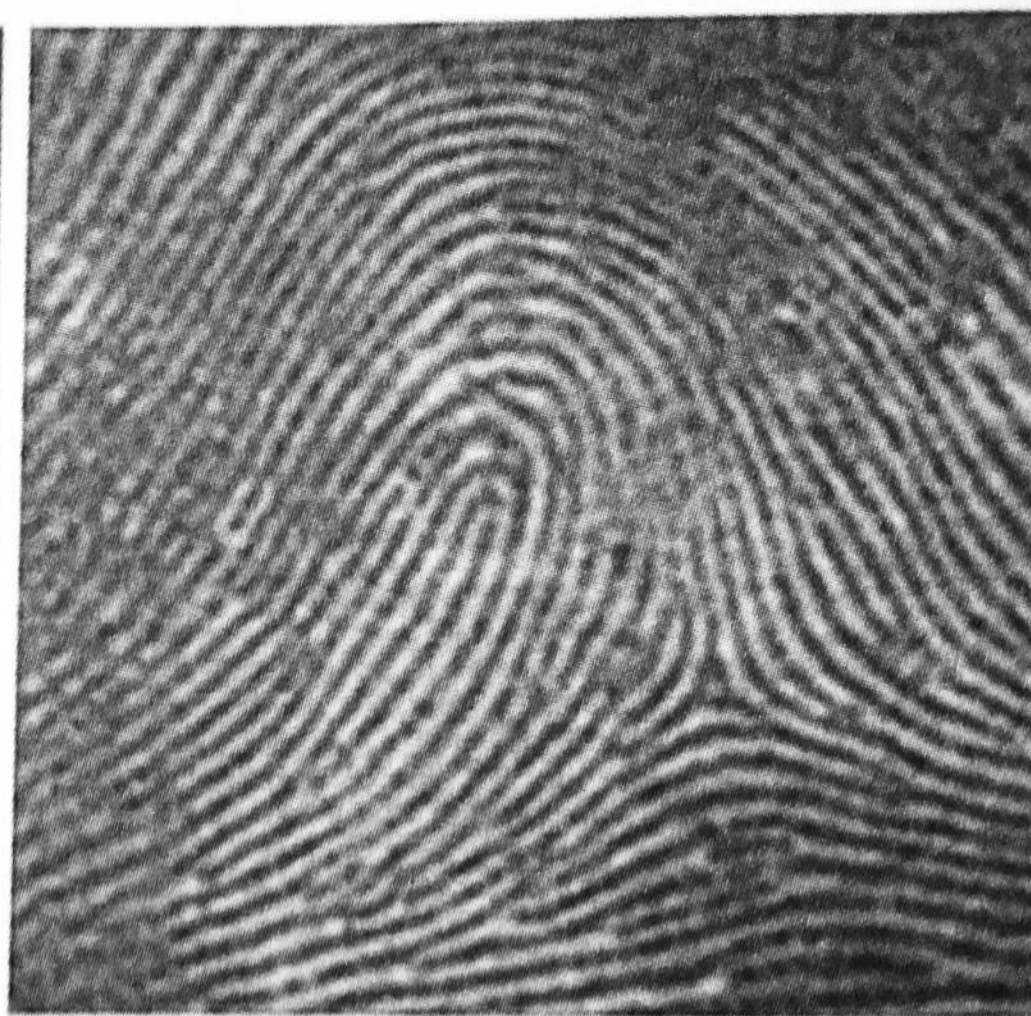
Impressão digital (sem ruído)
e seu espectro de Fourier



Impressão digital (com ruído)
e seu espectro de Fourier



(a)

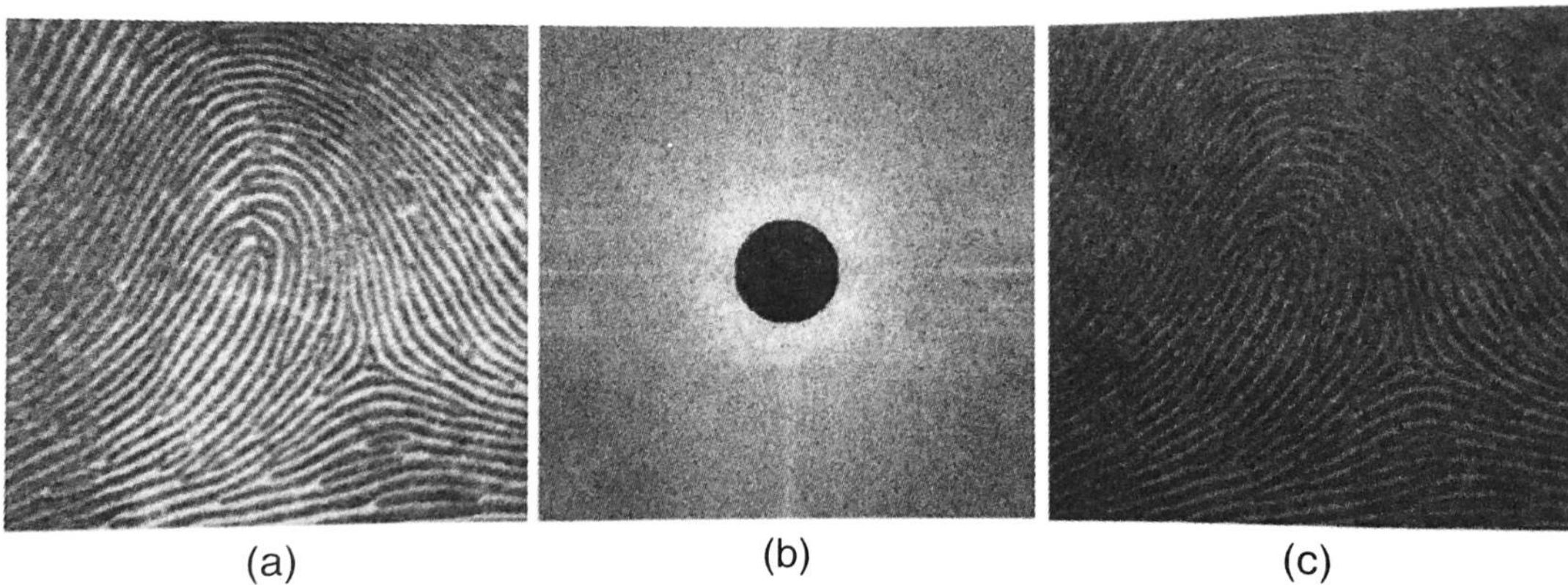


(b)

Filtragem Passa-Alta

- Pode-se entender a filtragem passa-alta em frequência como uma operação contrária à filtragem passa-baixa.
- Neste caso, os componentes de alta frequência da transformada não são alterados, enquanto os de baixa frequência são removidos.
- Isto faz com que os detalhes finos da imagem sejam enfatizados.
- Neste caso, as baixas frequências serão removidas, e as altas frequências fora do círculo de raio r presentes na transformada serão mantidas.

Filtragem Passa-Alta



Filtragem Passa-Alta



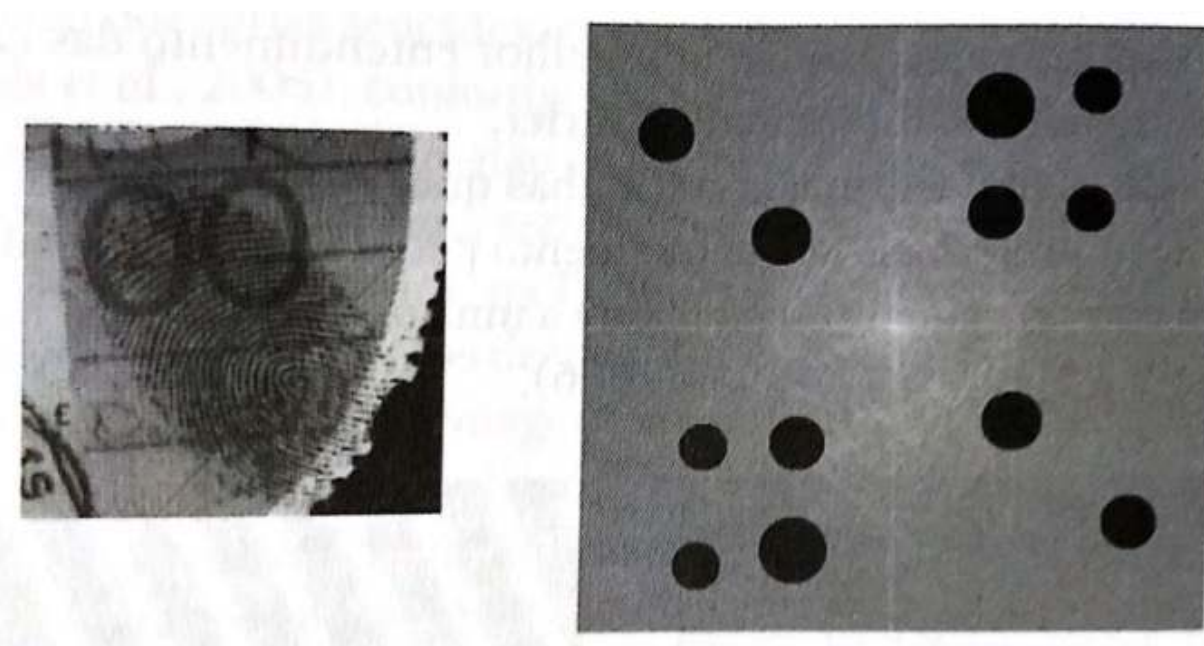
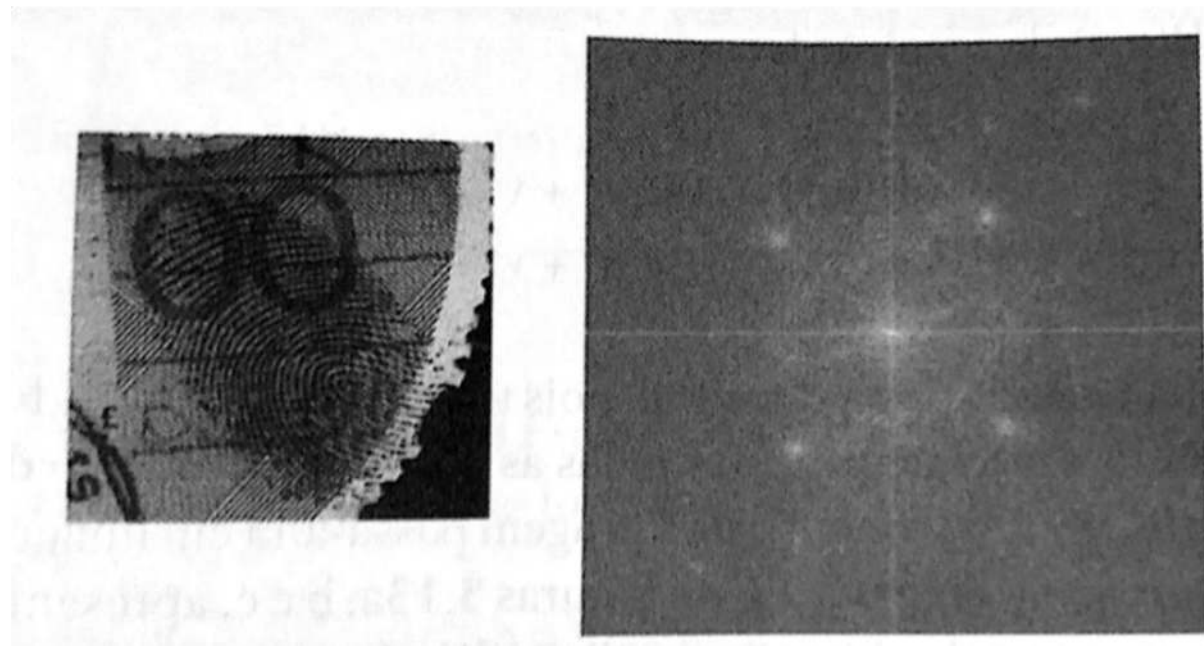
Figura 5.14 Imagem original.

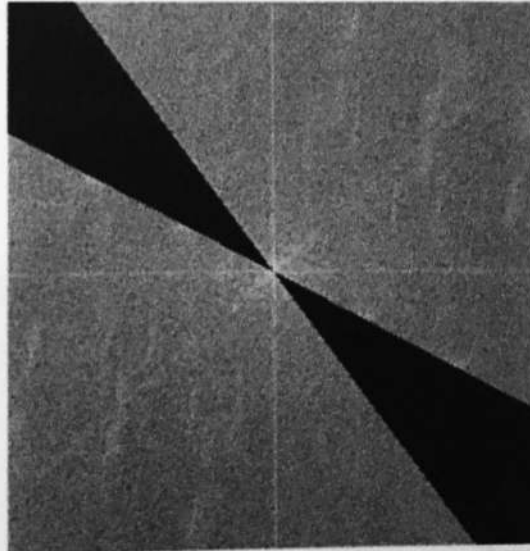
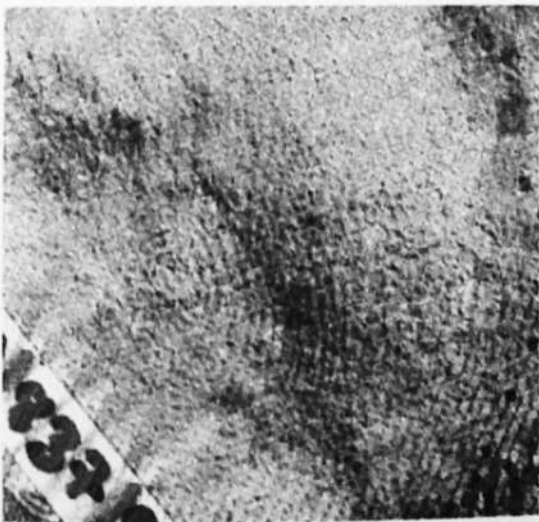
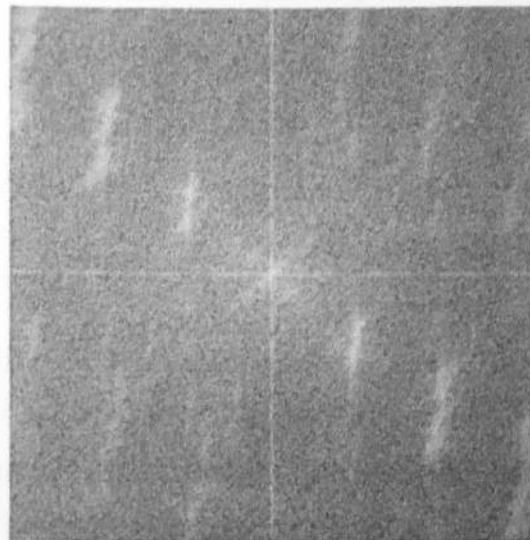


Figura 5.19 Realce de bordas.

Outros Filtros no Domínio da Frequência

- Há outros filtros que podem ser aplicados às imagens no domínio da frequência, dependendo do efeito que se deseja alcançar.
 - Filtro circular não centrado na origem: utilizado quando se deseja eliminar as frequências que se manifestam através de pontos claros no domínio da frequência
 - Filtro de *fan* (setor angular), adequado para ser aplicado a imagens com frequências distribuídas ao longo de uma direção inclinada. É bastante interessante em imagens com ruídos com uma frequência periódica.





Sidd Singal - Image Processing with Fourier Transform



<https://www.youtube.com/embed/oACegp4iGi0?start=182&end=250>

Referências

- AZEVEDO, Eduardo; CONCI, Aura; LETA, F. Computação Gráfica-Teoria e Prática—3ª edição. **Rio de Janeiro: Elsevier**, 2003.
- Sidd Singal - Image Processing with Fourier Transform. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=oACegp4iGi0>>.