



**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará**  
**PPGER – PPGCC**

# Aula 6: Transformadas Wavelet

## **Visão Computacional**

Prof. Dr. Pedro Pedrosa

**[pedrosarf@ifce.edu.br](mailto:pedrosarf@ifce.edu.br)**

**[professorpedrosa.com](http://professorpedrosa.com)**

# Introdução

- A transformada *wavelet* tem recebido uma grande atenção devido a sua facilidade em comprimir, transmitir e analisar imagens;
- Em geral esta transformada está sendo usada em inúmeros campos como processamento de voz, ciência da terra, geofísica, física médica, astronomia e sensoriamento remoto.
  - A transformada *wavelet* expande um sinal através conjunto completo de funções de base com frequência e duração limitada.

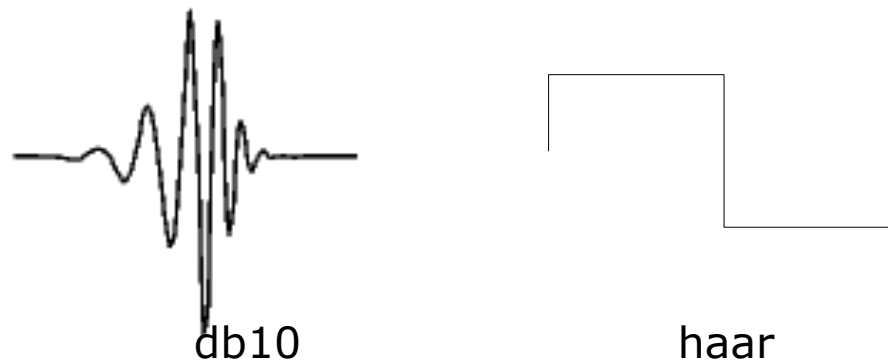


Figura 1: Exemplos de Funções *Wavelets*

# Introdução

- O interesse cresceu principalmente devido a teoria multi-resolução proposta por Mallat (1987).
- Esta teoria unifica e incorpora diferentes técnicas, podendo ser usada em vários domínios de conhecimento:
  - Codificação em Sub-bandas
  - Filtragem com filtros de quadratura espelhados
  - Processamento piramidal de imagens
- Ferramenta de análise espaço / frequência
  - A decomposição de um sinal com uma determinada função *wavelet* permite o tratamento da energia contida no sinal, em função tanto da dimensão espacial (ou tempo) como da escala da *wavelet* (frequência).



# Wavelet x Fourier

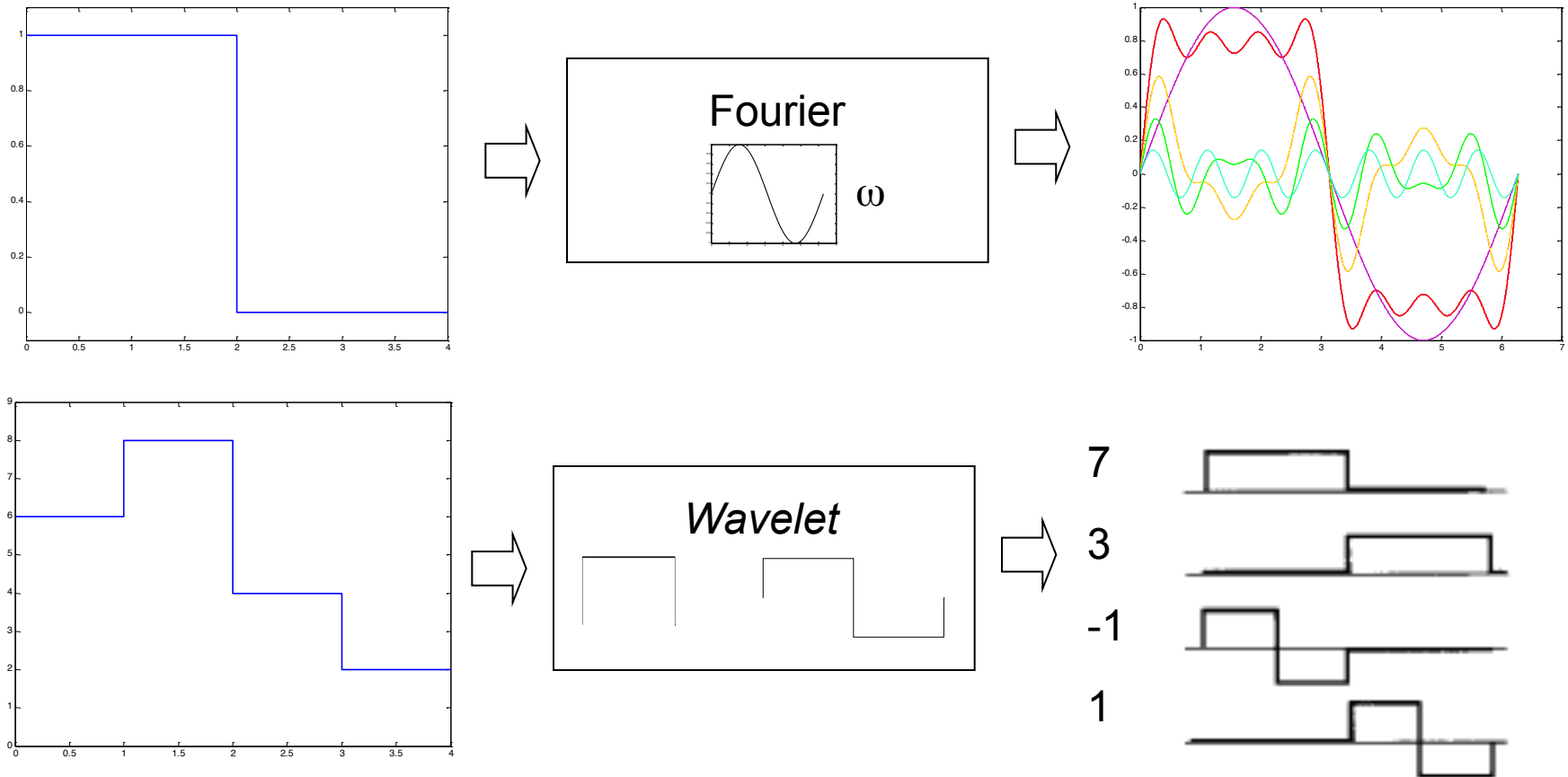


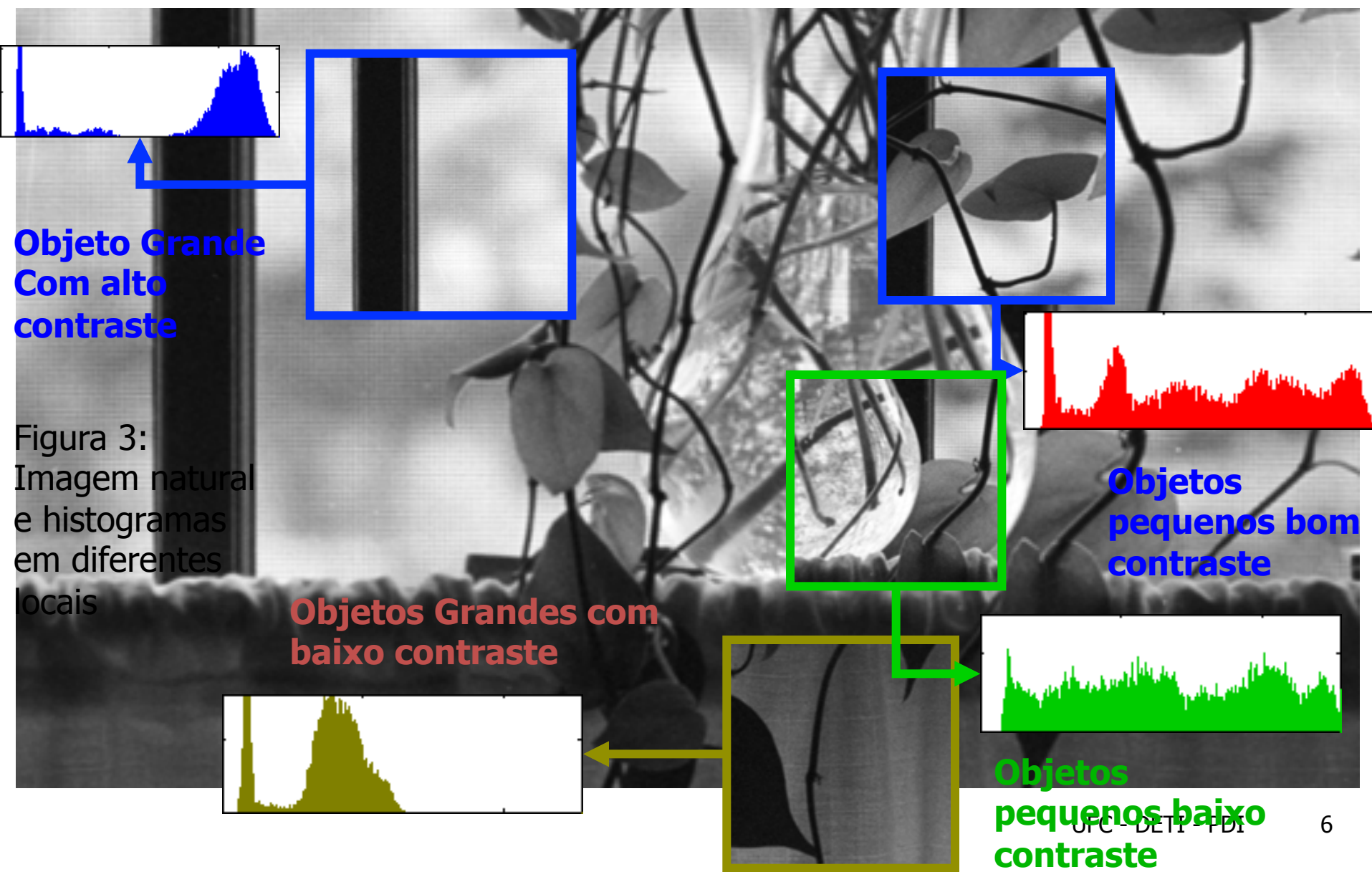
Figura 2: Comparação entre *Wavelets* e Fourier

# Fundamentos

- Regiões com semelhantes textura e contraste combinadas formam objetos na imagem
- Resolução
  - Altas resoluções detectam objetos pequenos ou em baixo contraste
  - Baixas resoluções detectam objetos grandes ou de alto contraste
  - Para detectar diferentes objetos é necessário analisar várias resoluções (multi-resolução)
- Freqüência
  - Altas freqüências representam bordas
  - Baixas freqüências representam regiões homogêneas

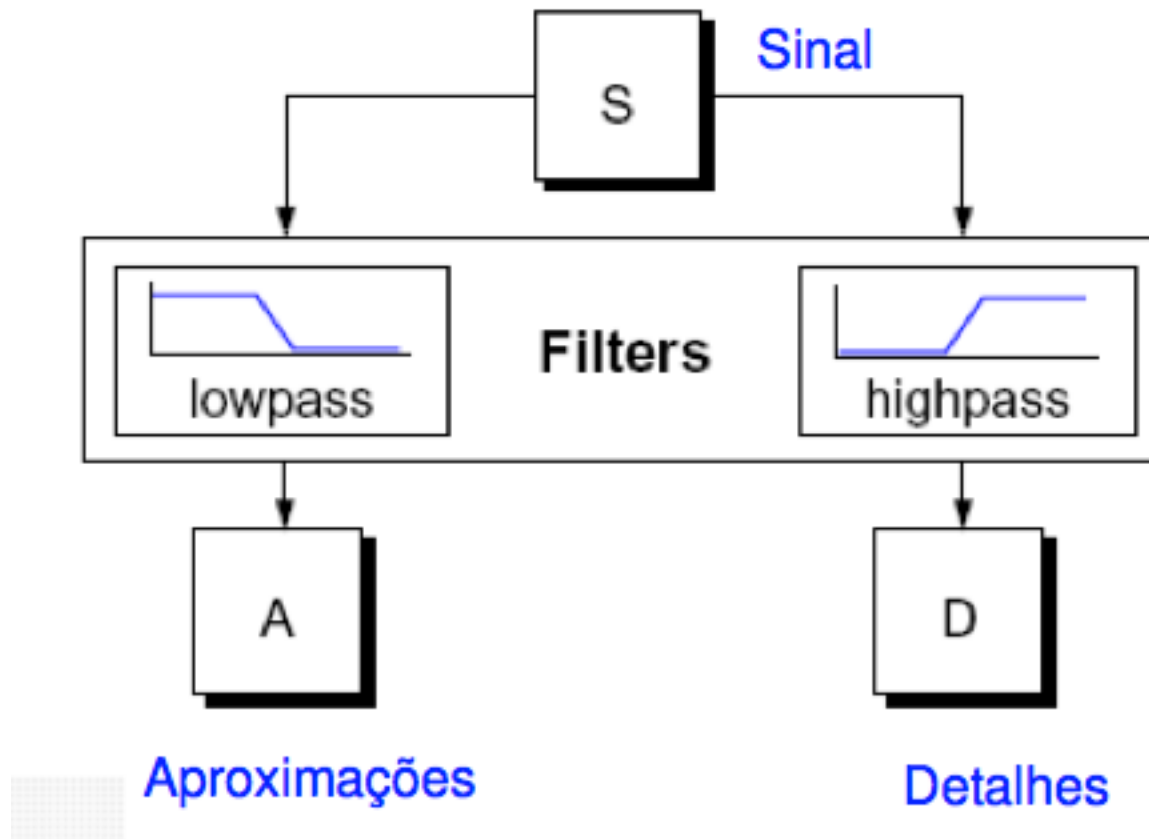


# Regiões Importantes da Imagem



# Transformada Wavelet Discreta

- Processo de filtragem



# Transformada Wavelet Discreta

- Processo de filtragem
  - Problema: Suponha que o sinal original tem 1000 amostras...
    - Com esse processo de filtragem, passamos a ter dois sinais cada um com 1000 amostras
    - Esse aumento na quantidade de dados não é interessante
    - Podemos pegar apenas uma em cada duas amostras dos sinais filtrados
      - Assim, ficaríamos apenas com as 1000 amostras
    - Essa é a idéia de *Downsampling*



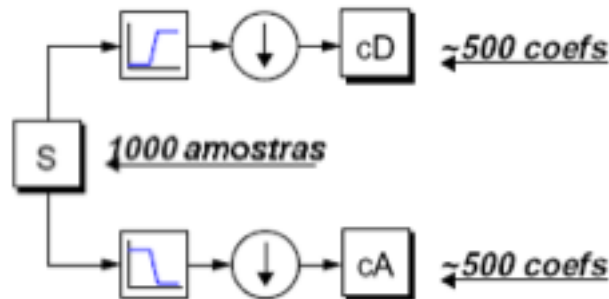


# Transformada Wavelet Discreta

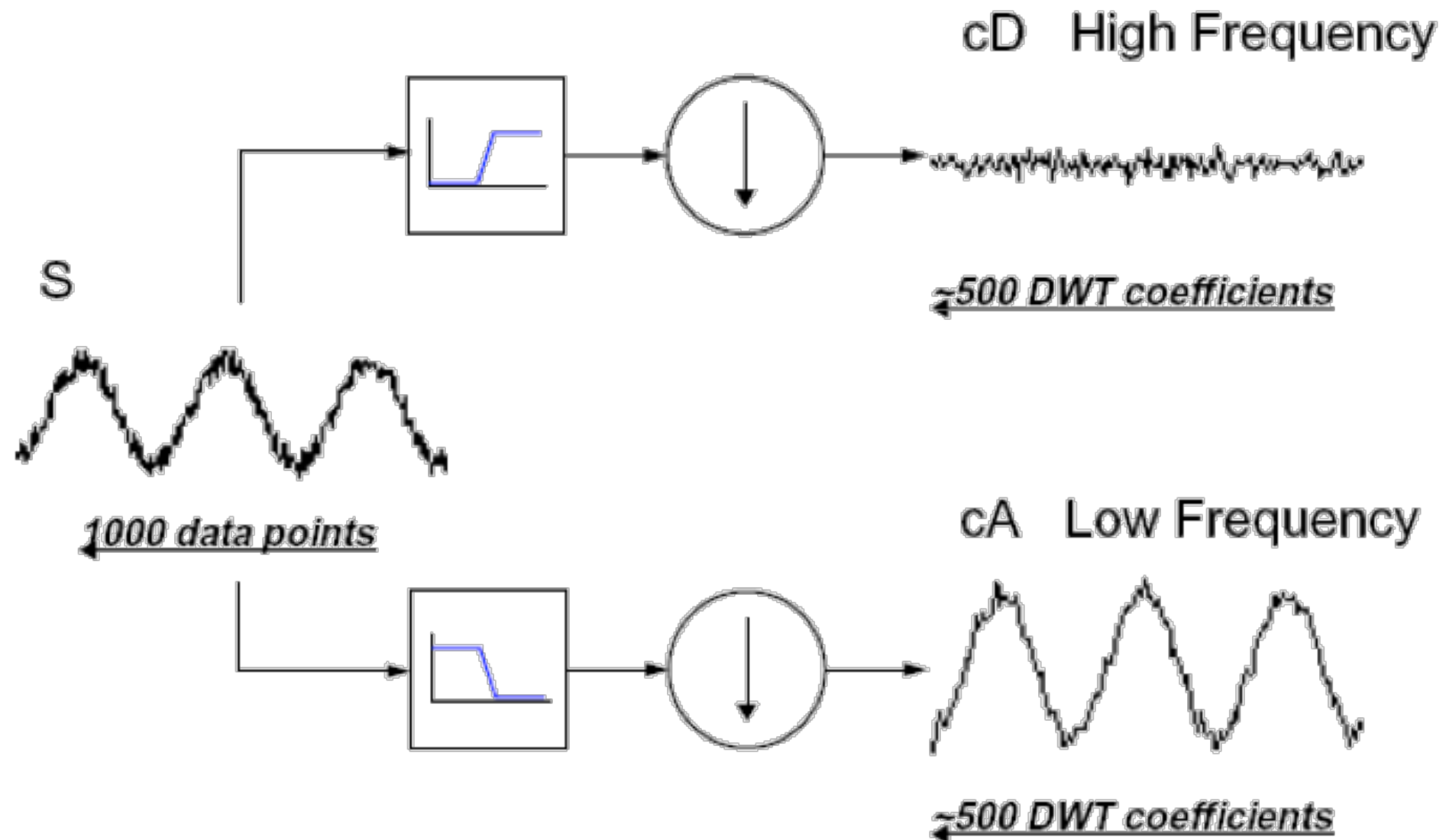
- Ou seja, ao invés de:



- Temos agora:

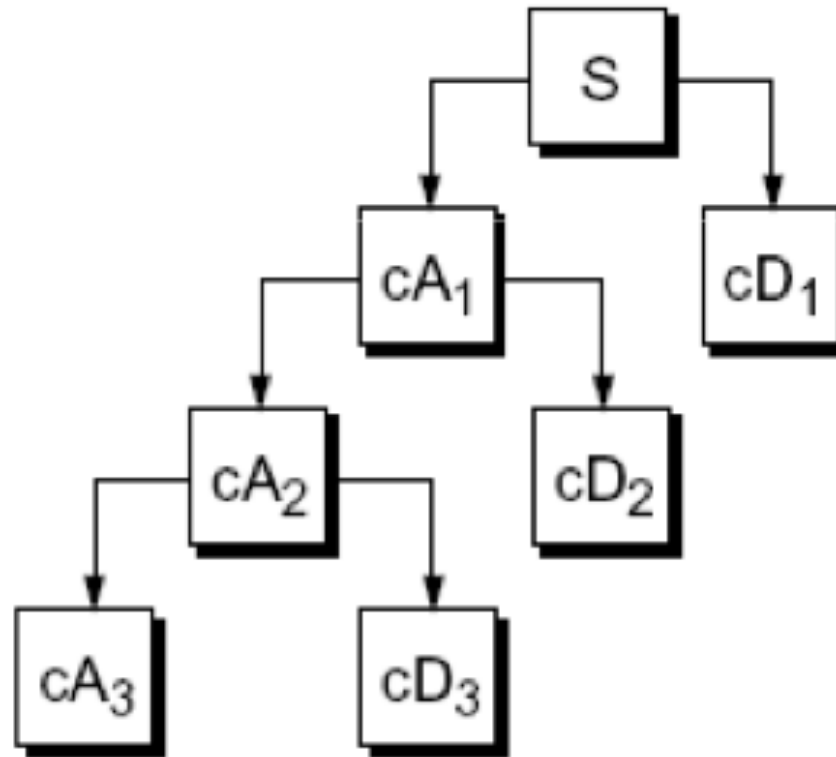


# Transformada Wavelet Discreta

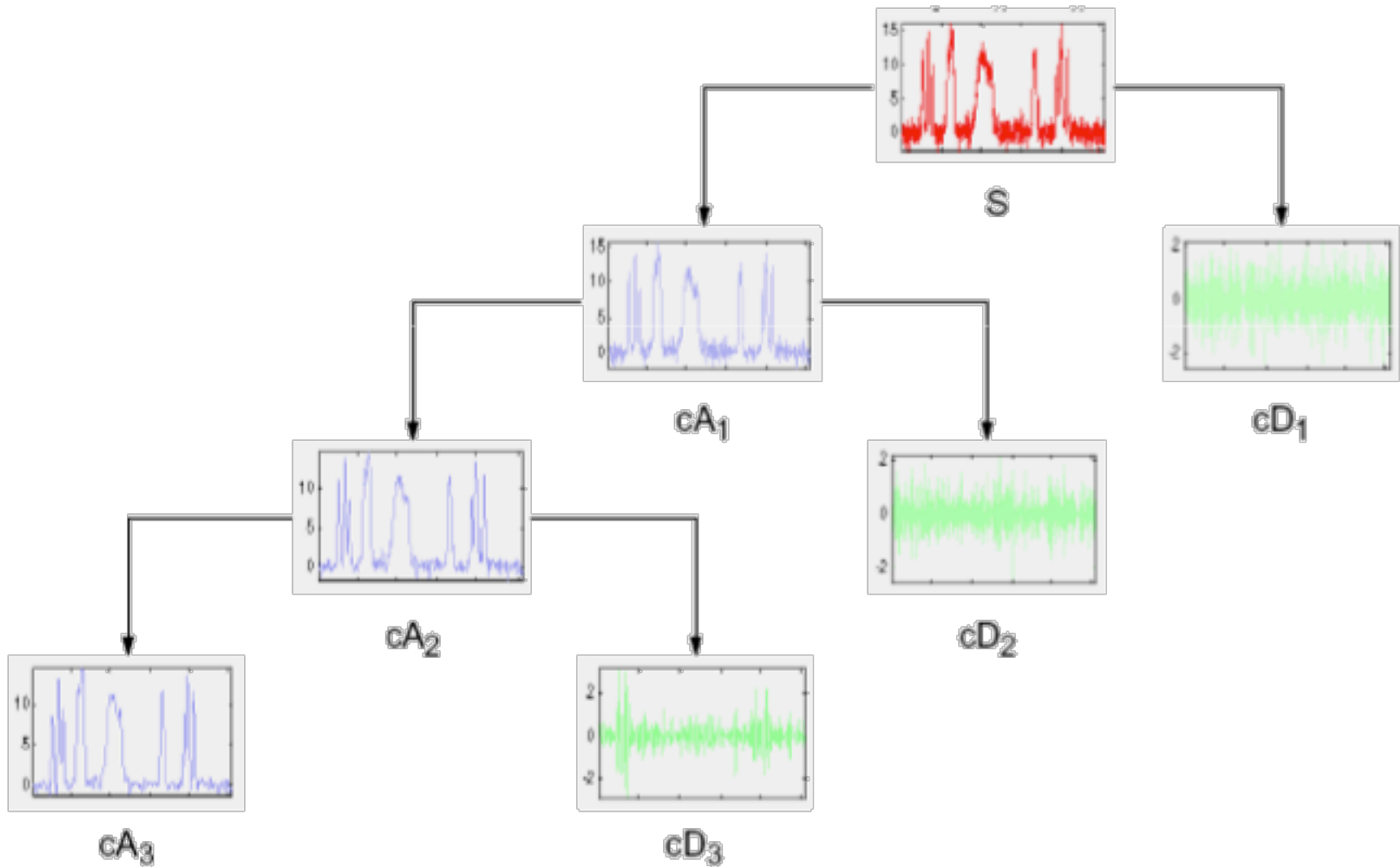


# Transformada Wavelet Discreta

- Decomposição em múltiplos níveis

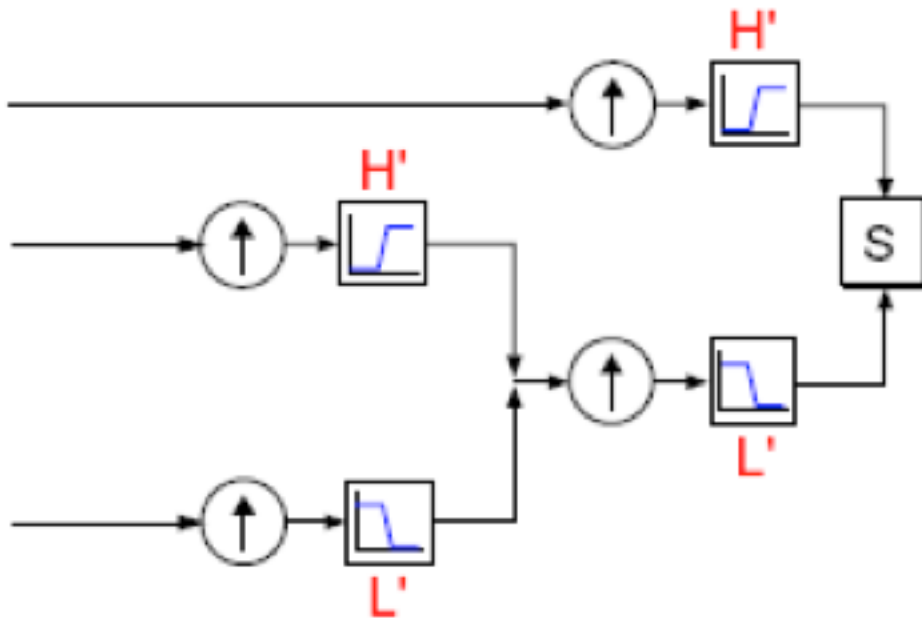


# Transformada Wavelet Discreta



# Transformada Wavelet Discreta

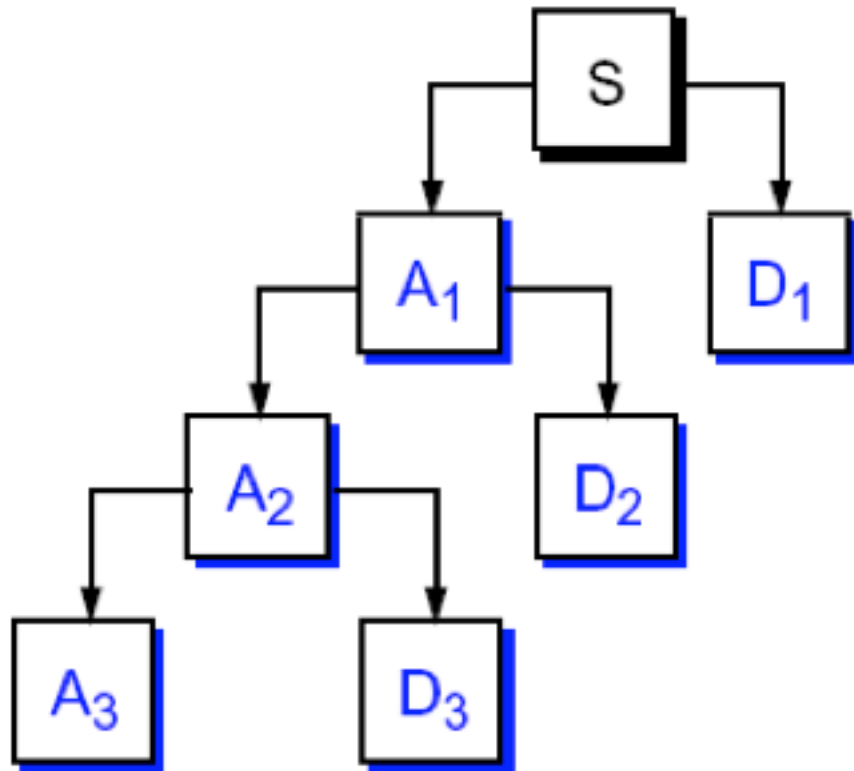
- O que a análise de wavelets faz é decompor um sinal
- O processo inverso é a reconstrução ou síntese do sinal



*Upsampling ao invés  
de Downsampling*

# Transformada Wavelet Discreta

- Componentes de um sinal reconstruído



$$S \approx A_1 + D_1$$

$$\approx A_2 + D_2 + D_1$$

$$\approx A_3 + D_3 + D_2 + D_1$$

# Transformada Wavelet Discreta

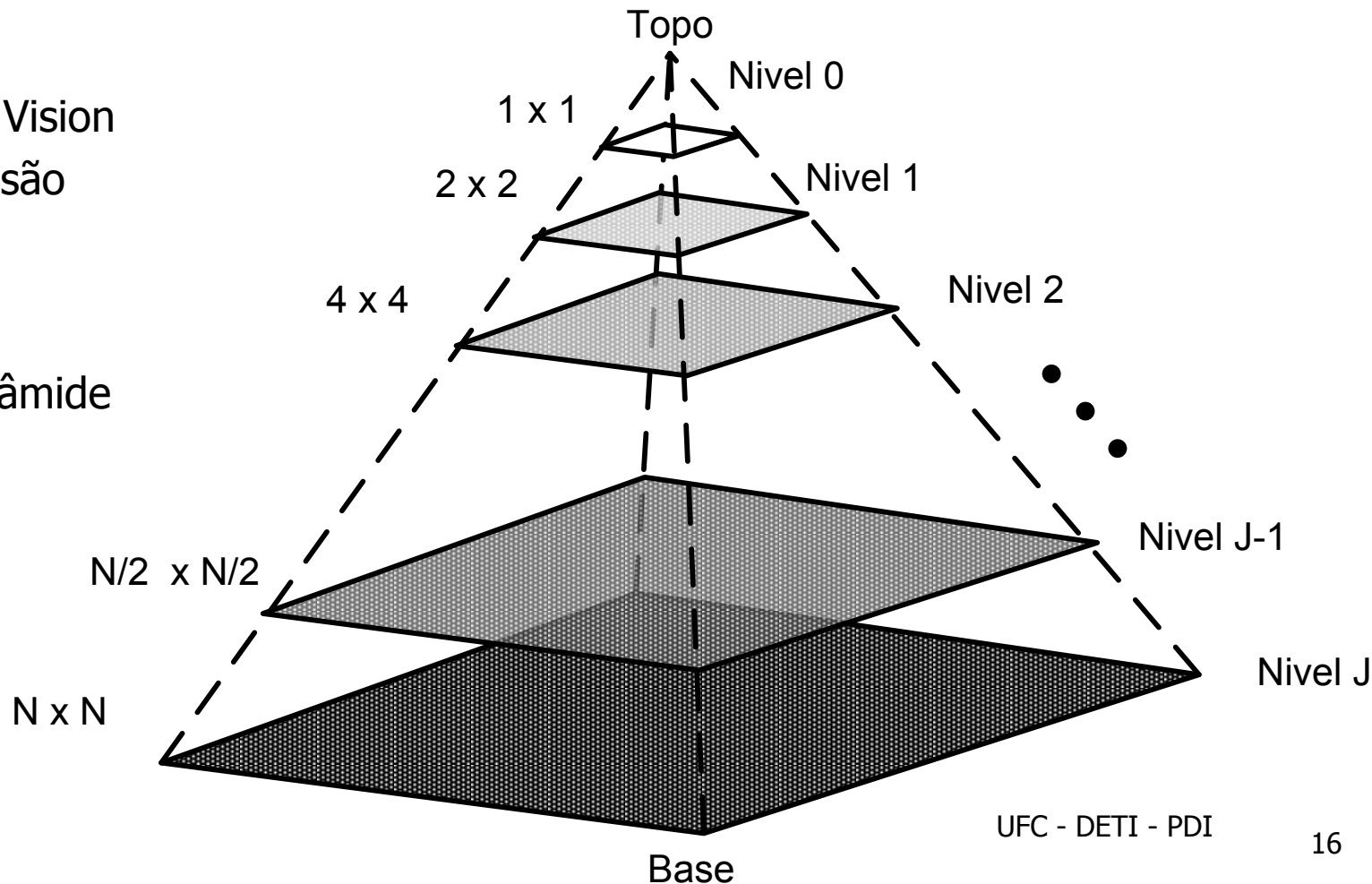
- Famílias de wavelets
  - Definem a forma da wavelet mãe
    - Haar
    - Daubechies
    - Biortogonal
    - Coiflets
    - Symlets
    - Shannon



# Pirâmide de imagens

- A pirâmide é uma coleção de imagens com diferentes resoluções.
- A base representa a mais alta resolução e o topo representa a mais baixa resolução
- Utilização
  - Machine Vision
  - Compressão

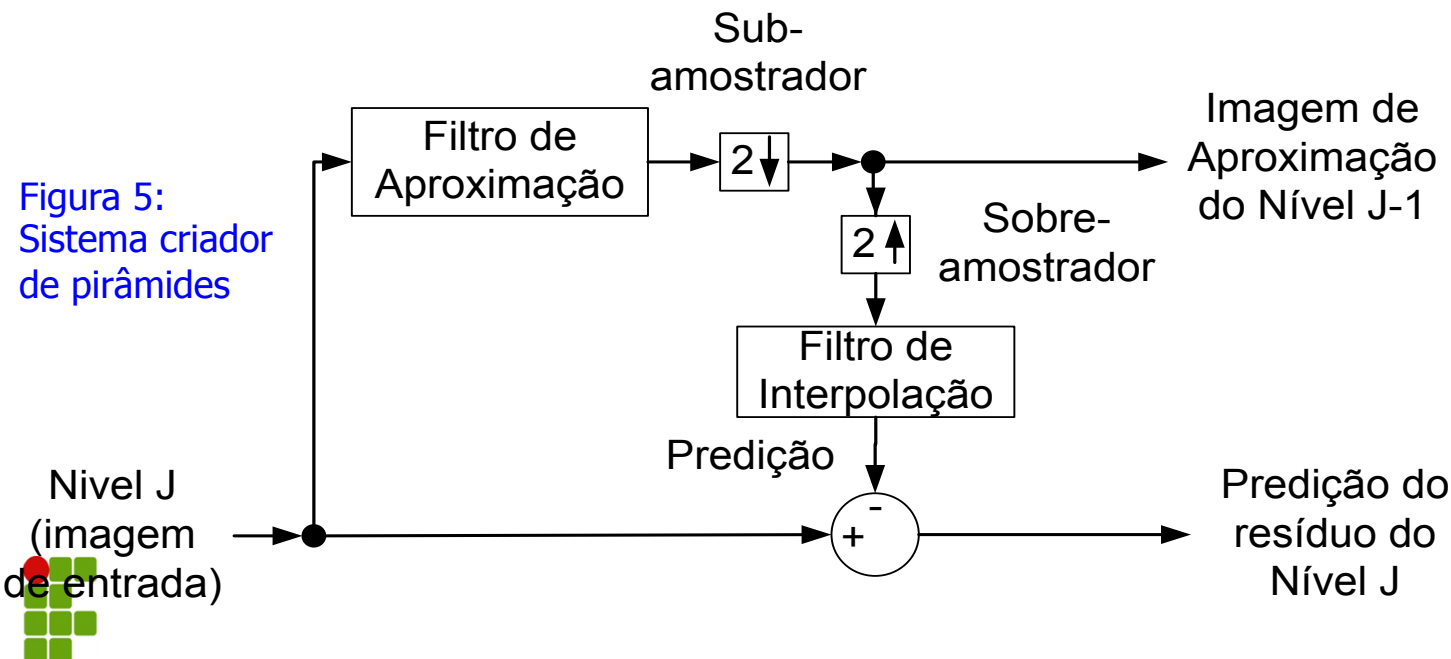
Figura 4:  
Estrutura de pirâmide  
de imagens





# Algoritmo de Decomposição Piramidal

- Algoritmo
  - Diminuir a resolução.
  - Filtrar e depois sub-amostrar a imagem filtrada, formando a imagem de aproximação.
  - Re-amostrar, utiliza um filtro de interpolação, formando a predição
  - Calcular a diferença entre a predição e a original para calcular a imagem de detalhes.
- Filtros
  - Sem filtragem (causa aliasing nos níveis mais altos)
  - Média
  - Passa-baixa Gaussiano Algoritmo



# Pirâmide de Imagens

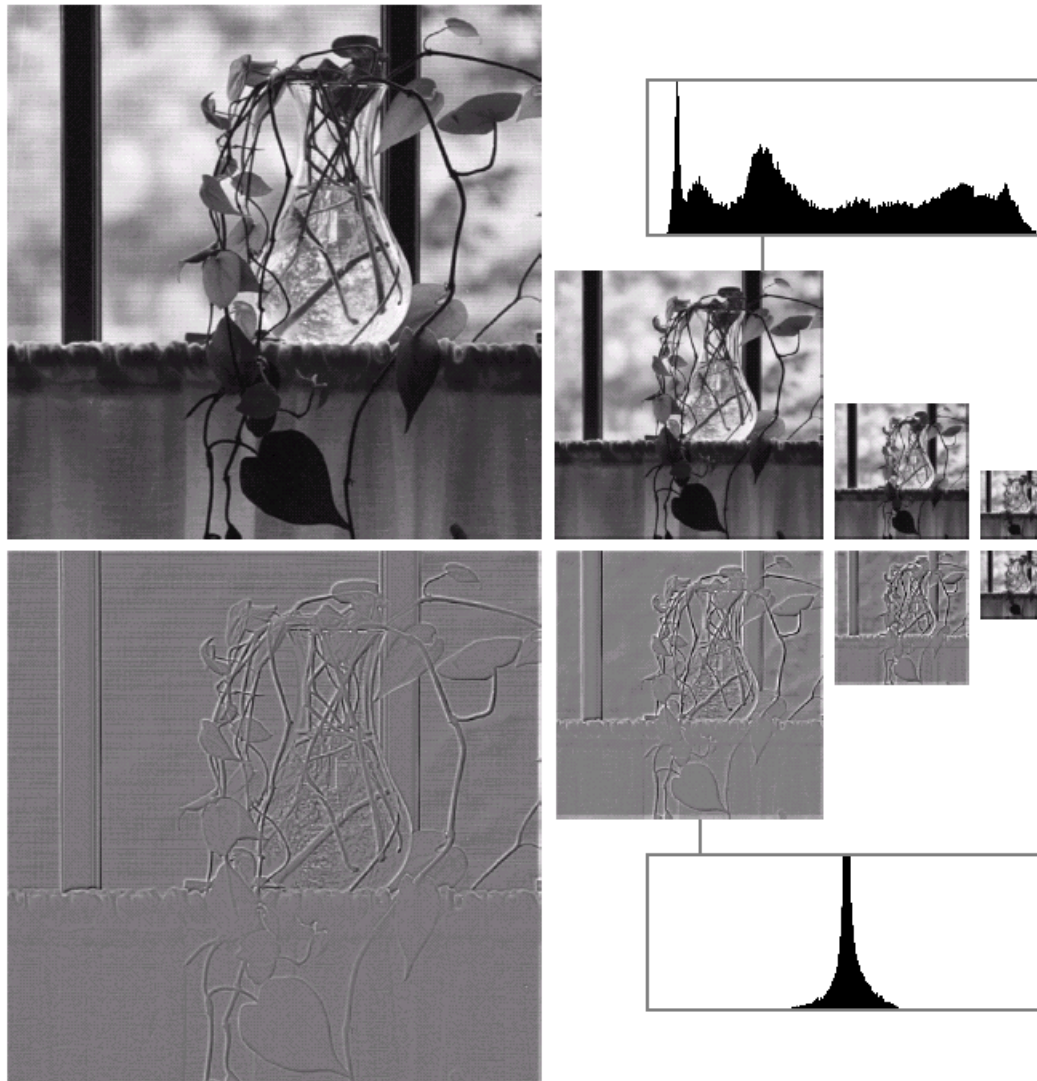


Figura 6: Duas Pirâmides e estatísticas: a) Gaussiana (aproximação) e Laplaciana (predição)

# Pirâmide de Imagens

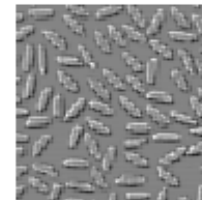
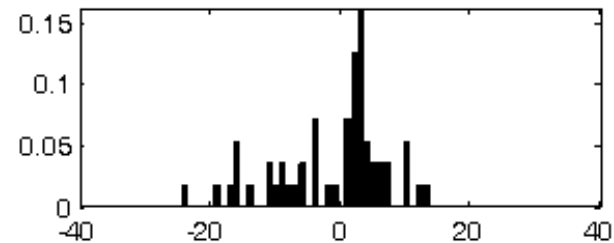
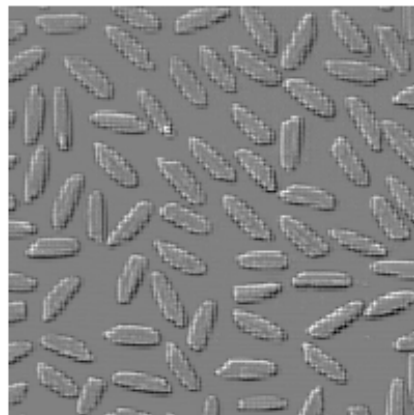
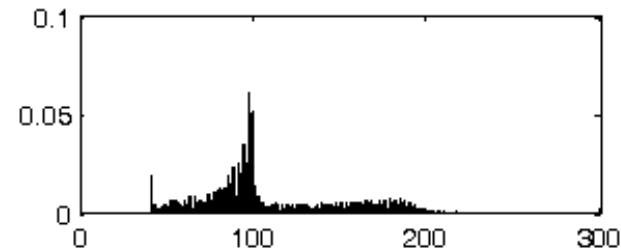
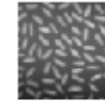
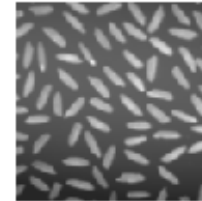
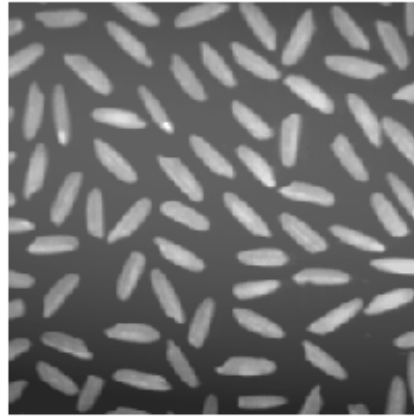


Figura 7: Duas Pirâmides e estatísticas: a) Gaussiana (aproximação) e Laplaciana (predição)



- Exemplo utilizando Matlab

- Comando no MatLab

- >> wavemenu

- Link:

- <http://www.mathworks.com/help/wavelet/ref/wavemenu.html>

- Exemplo utilizando OpenCv com Linguagem C

- Link:

- <http://stackoverflow.com/questions/20071854/wavelet-transform-in-opencv>



# Encaminhamentos

---

- Dúvidas?
- Próximo assunto
  - Morfologia Matemática

