

# Falácia Ecológica no Contexto do Sensoriamento Remoto: Ajuste de Escala Baseado em Função de Transferência de Modulação



Giovanni A. Boggione

Análise Espacial de Dados Geográficos

Dezembro/2009

# PERGUNTA !!!!

---

É possível otimizar o ajuste da escala em dados raster oriundos de Sensoriamento Remoto em função de um problema específico?



A unidade de área utilizada para a amostragem é determinada pela mecânica do satélite, em vez de uma escala apropriada e significativa para problemas específicos.



# PROBLEMAS: ESCALA X SR X REAMOSTRAGEM

---

- Simulação? Adaptação?
- Radiometria? Geometria? Bits?
- Qual a finalidade?
  - ✓ Ex. CBERS x LANDSAT



# FALÁCIA ECOLÓGICA - CONTEXTUALIZAÇÃO

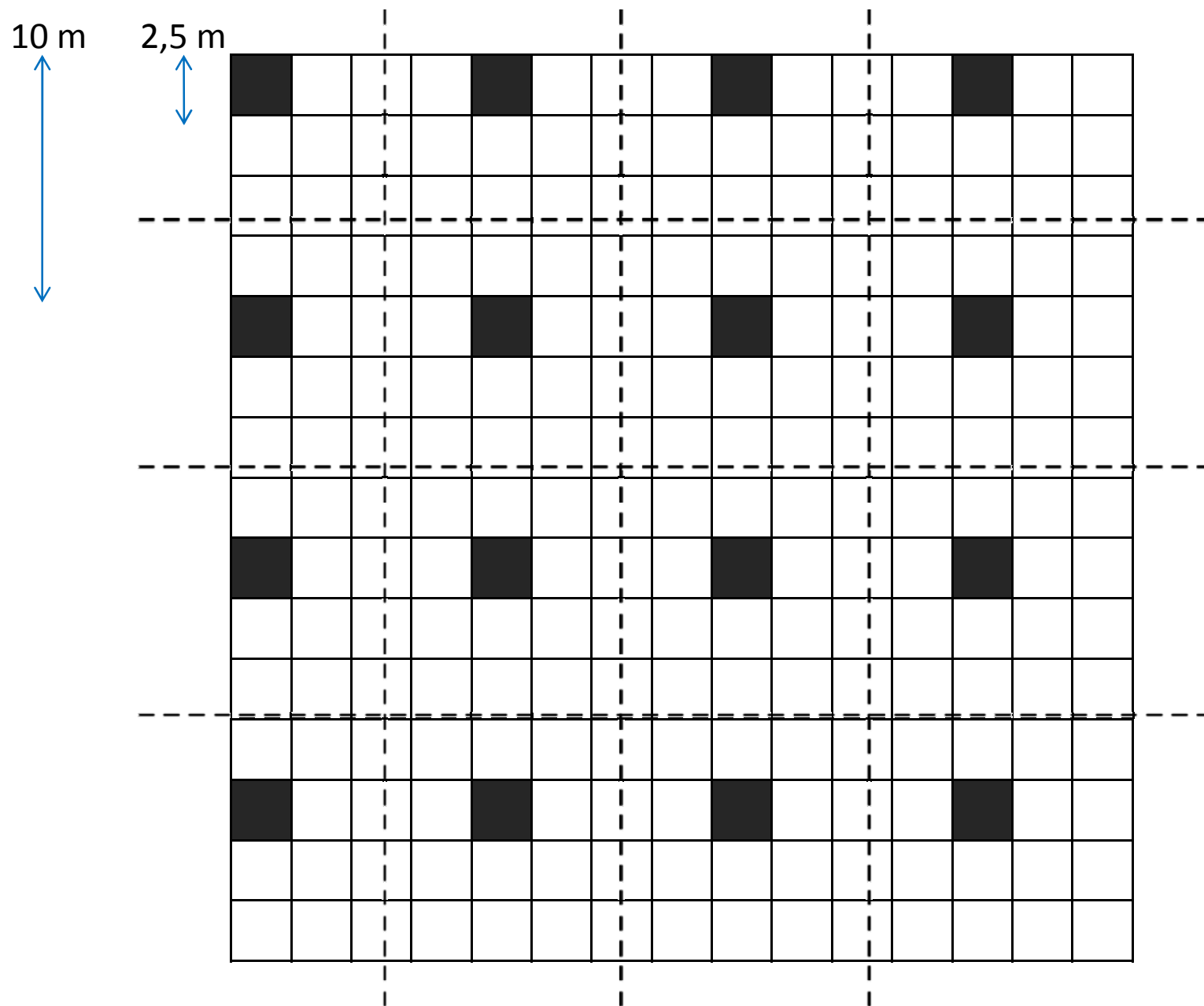
---

Cao e Lam (1997)

- falácia individualística (individualistic fallacy);
- falácia de nível cruzado (Cross-level fallacy);
- falácia ecológica (ecological fallacy)



# FALÁCIA ECOLÓGICA EM SENSORIAMENTO REMOTO



# COMO SE RESOLVE?

---

- Técnicas de reamostragem



# CONTEXTUALIZAÇÃO: REAMOSTRAGEM

---

- Interpolação – gera novos pixels a partir de um método
- Decimação – agrega pixels a partir de um método



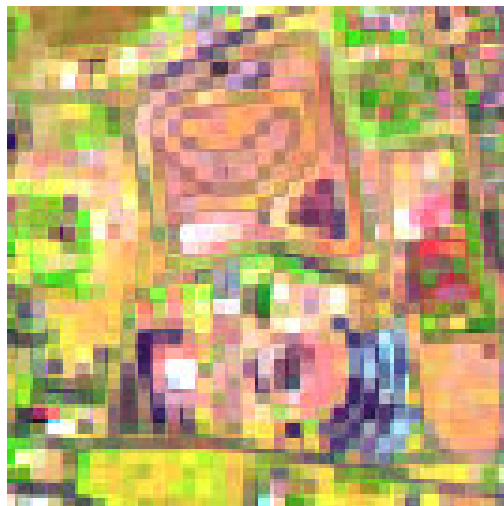
# INTERPOLAÇÃO

---

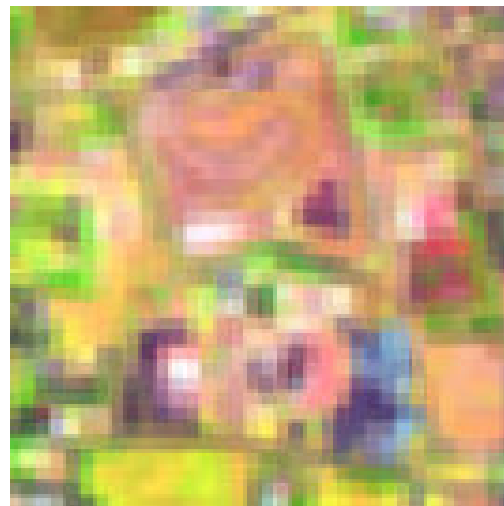
Imagem original



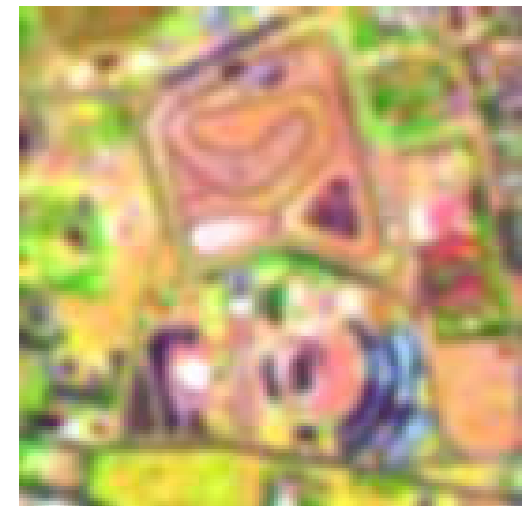
VMP



Bilinear



ICC





# DECIMAÇÃO

Vizinho Mais Próximo

Original

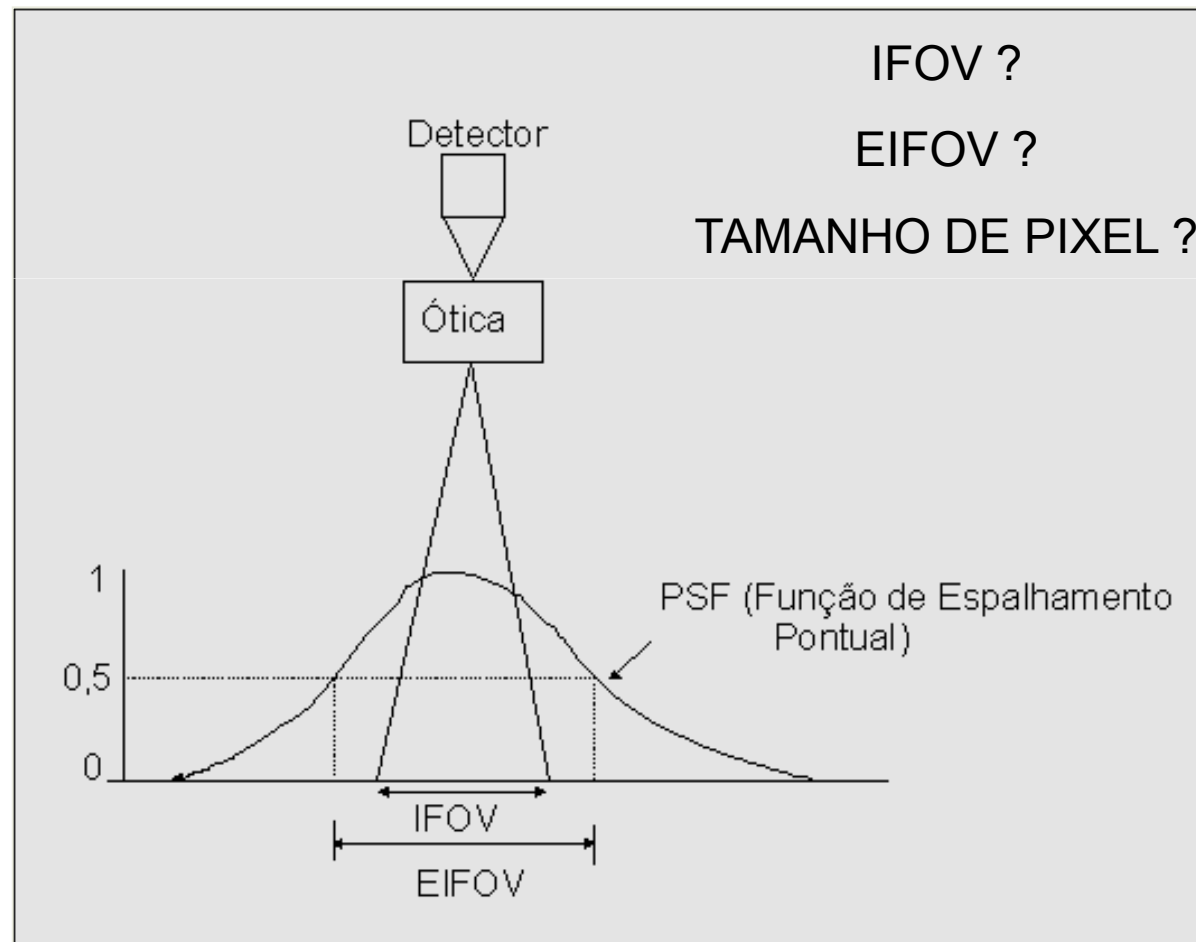


Agregação de Pixels



# SOLUÇÃO PROPOSTA: FEP...FTM

Representa o comportamento do sensor na geração da imagem

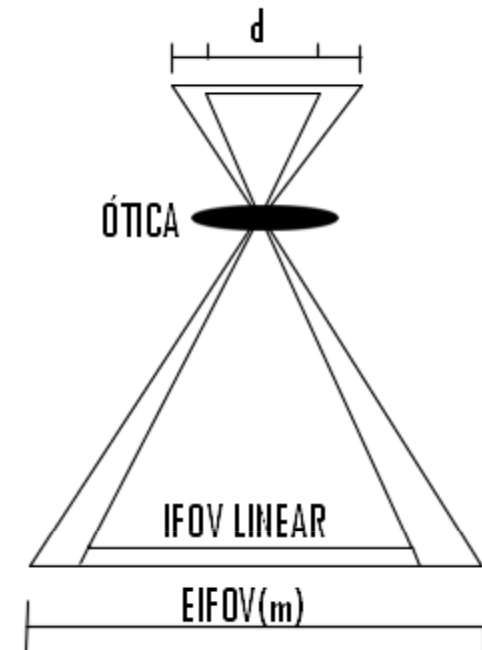


# MODELO GERAL

Banon, Santos (1993)

$$\text{EIFOV} = \frac{1}{2 \cdot u} \cdot \text{PIXEL}$$

$$\text{EIFOV} = 2.66 \cdot \varphi \cdot \text{PIXEL}$$



Situação ótima:  $\text{EIFOV} = 1.5 \cdot \text{IFOV}$

$$1.5 \cdot \text{IFOV} = 2.66 \cdot \varphi \cdot \text{PIXEL}$$



# COMO CALCULAR A FTM?

---

Função de Espalhamento Pontual - Resposta do Sensor

DOMÍNIO DO ESPAÇO

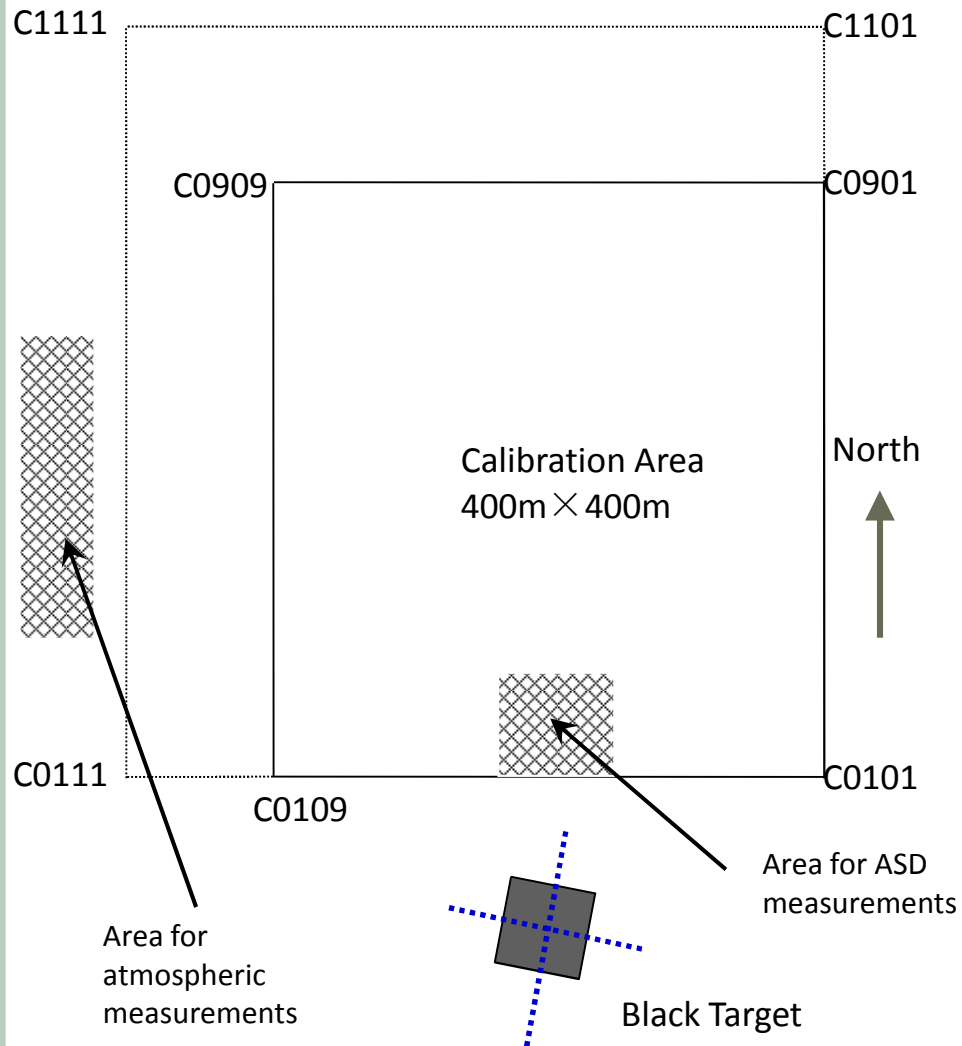
x

DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA

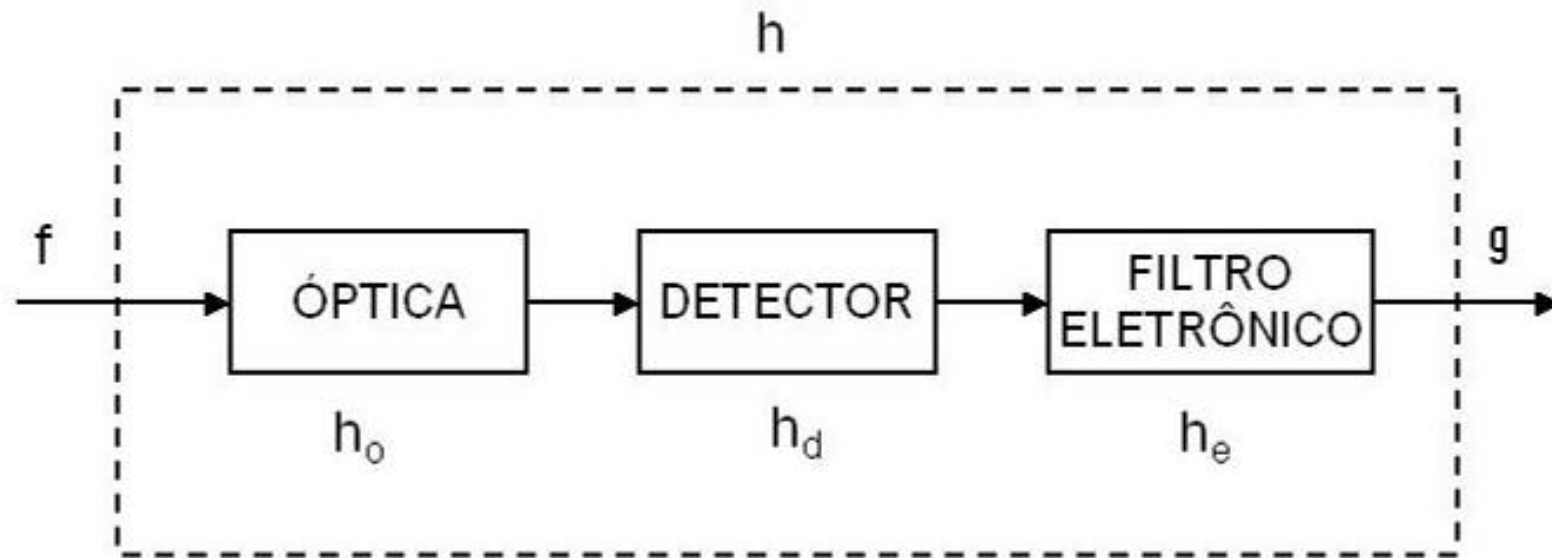
- Estimação da FTM por um modelo experimental
- Estimação da Função de Transferência por um modelo teórico e aproximação por um modelo gaussiano



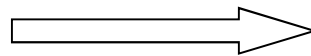
# Modelo Experimental: Black Target



# MODELO TEÓRICO – SUBSISTEMA IMAGEADOR



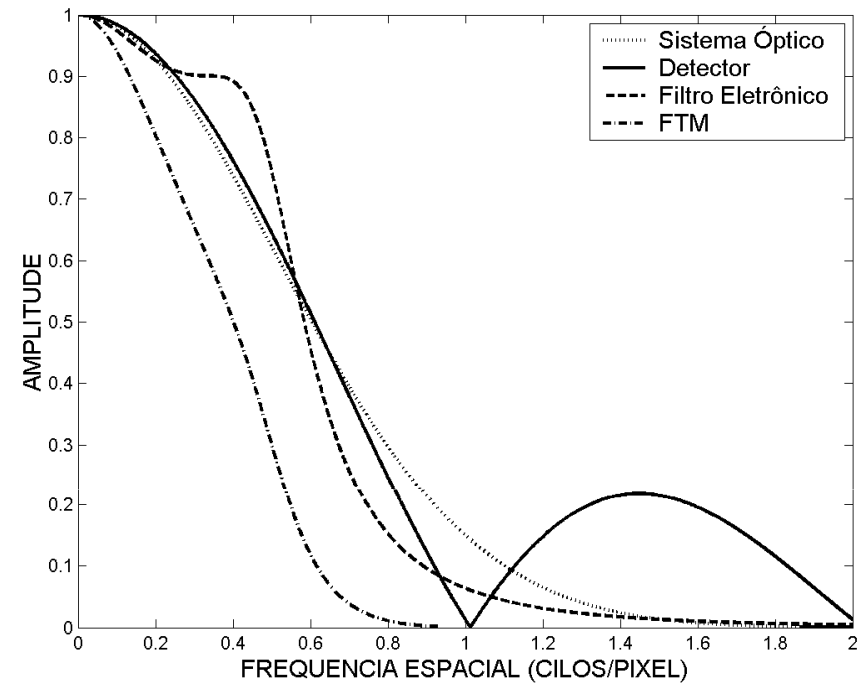
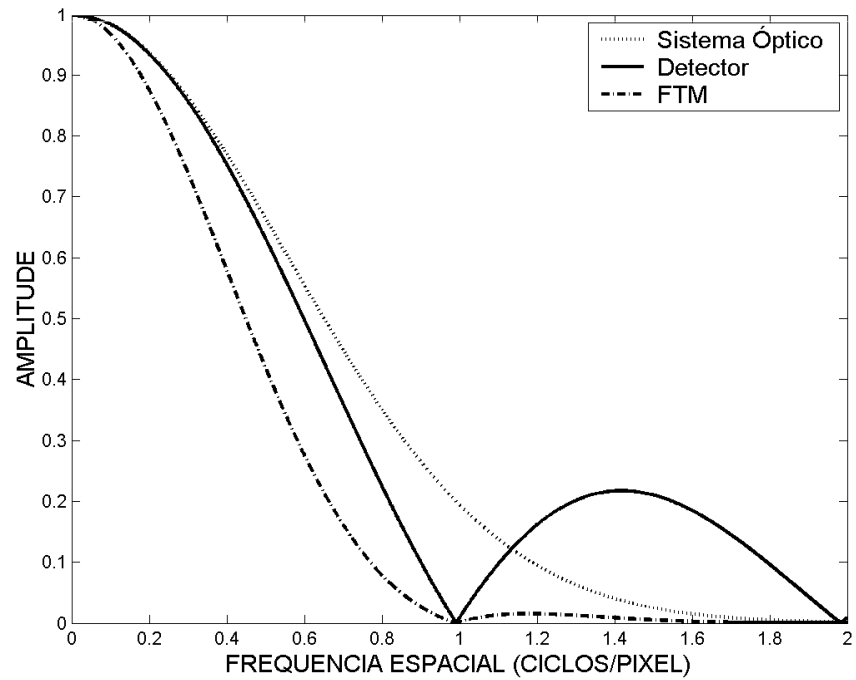
$$h = h_o * h_d * h_e$$



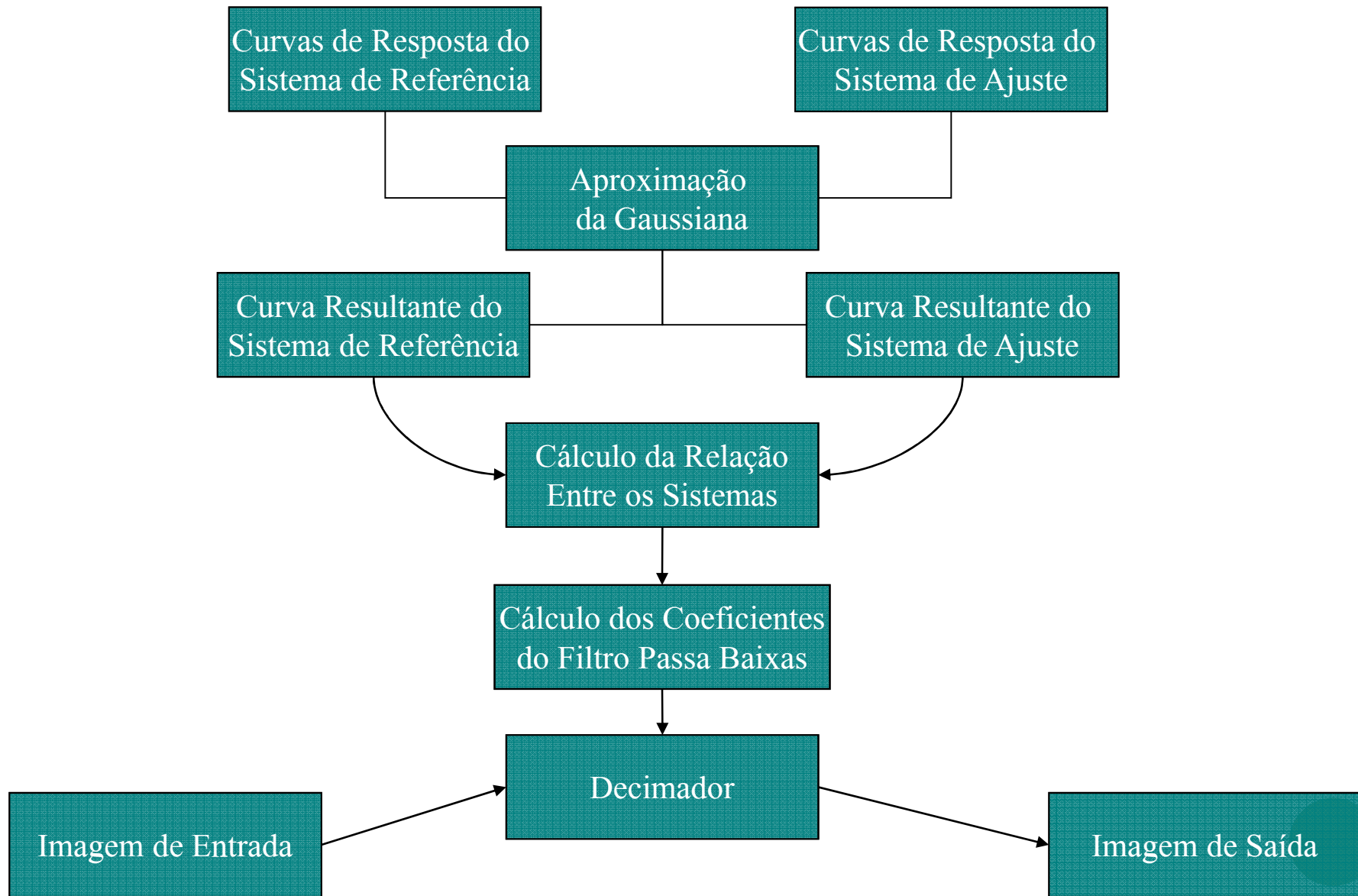
$$H = H_o \cdot H_d \cdot H_e$$



# FTM

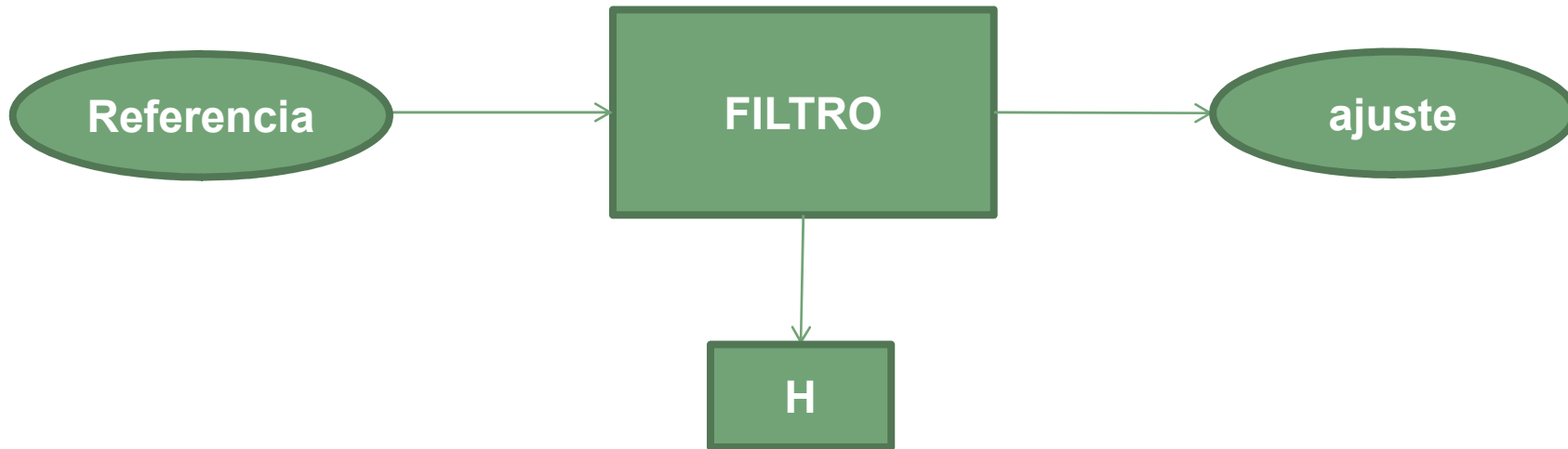


# DIAGRAMA DE FLUXO





# RELAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS



$$H_{\text{ajuste}} = H_{\text{filtro}} \cdot H_{\text{Refe}}$$

$$H_{\text{Filtro}} = H_{\text{ajuste}} / H_{\text{Refe}}$$

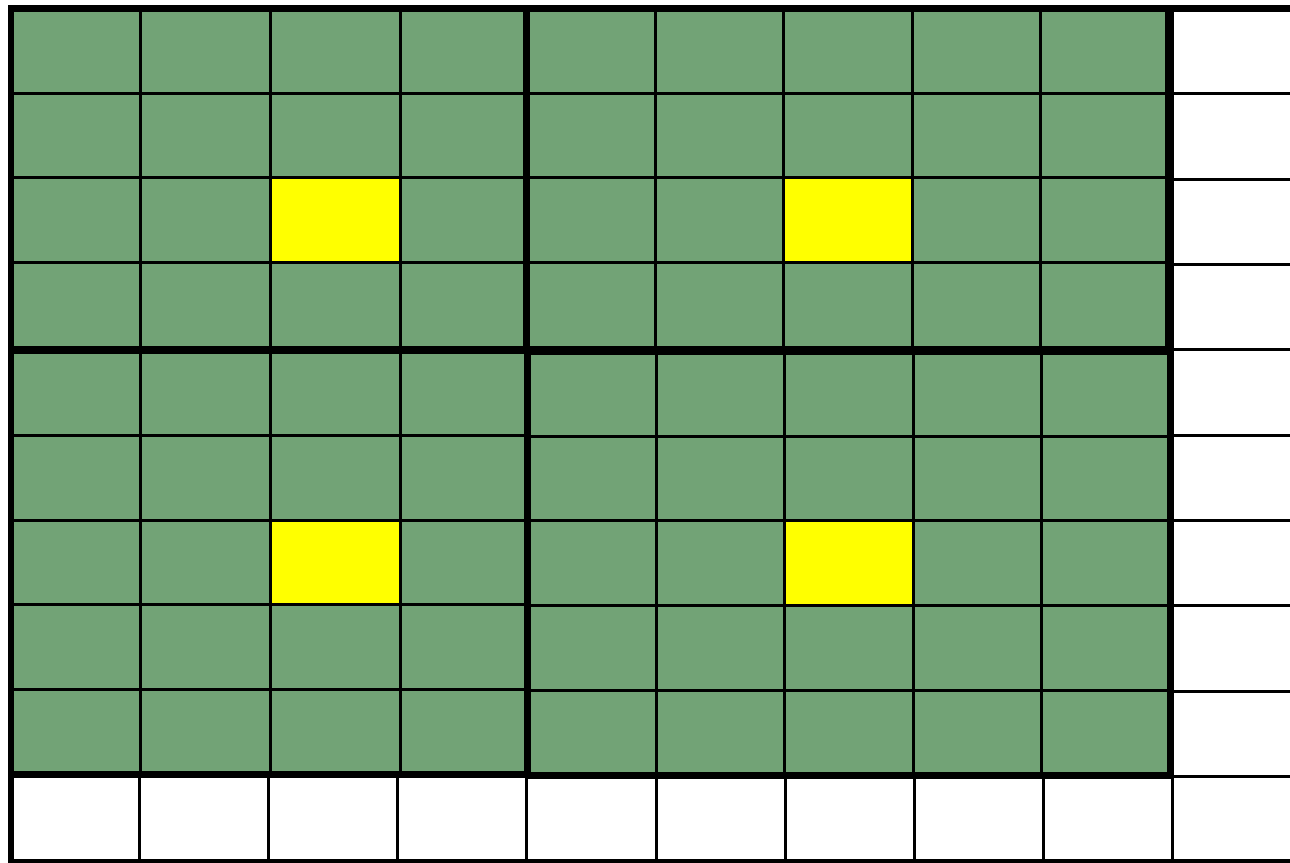
$$\delta_{\text{Filtro}} = [(\delta_{\text{ajuste}})^2 - (\delta_{\text{Refer}})^2]^{1/2}$$



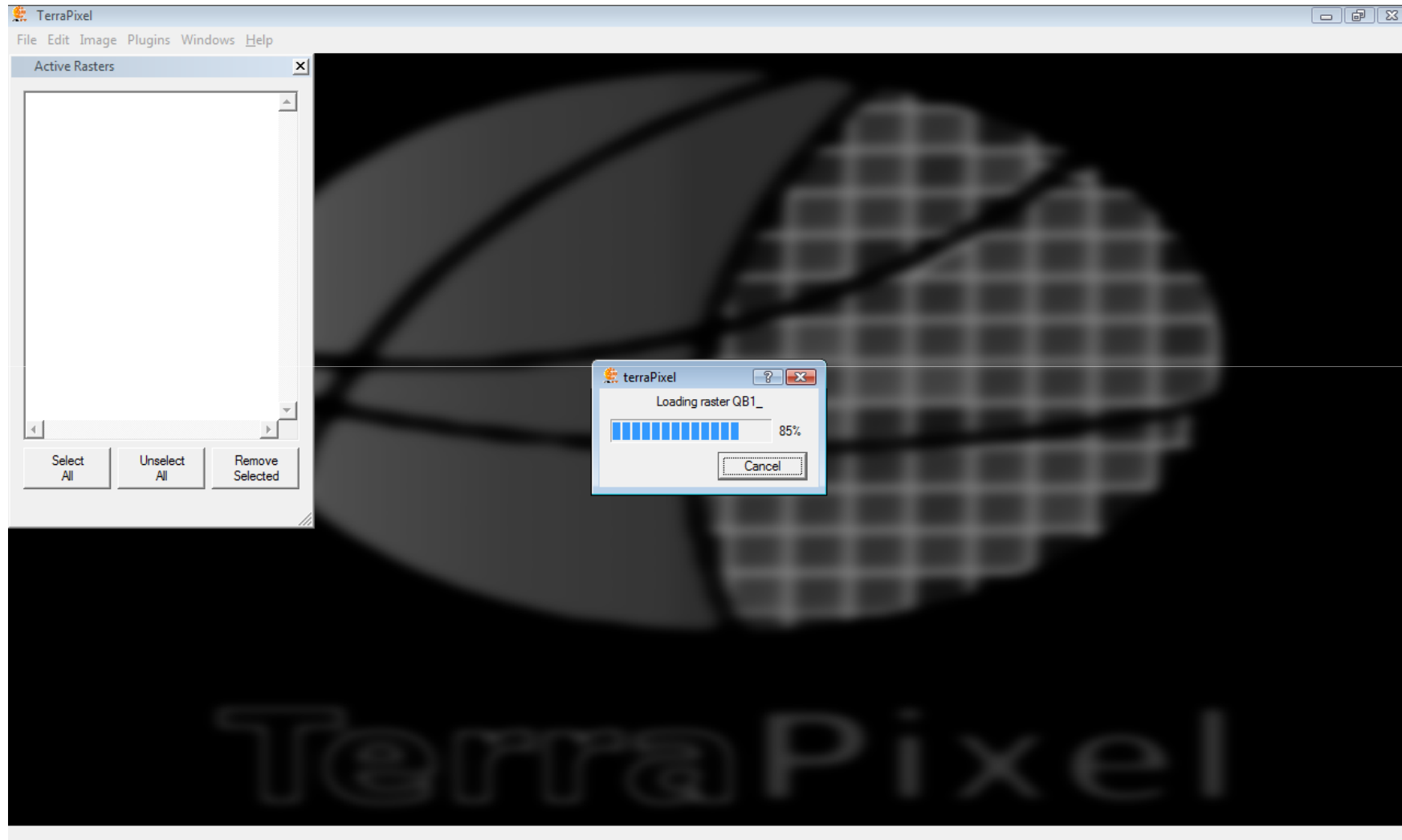
# DECIMATOR

Processo único de filtragem e decimação

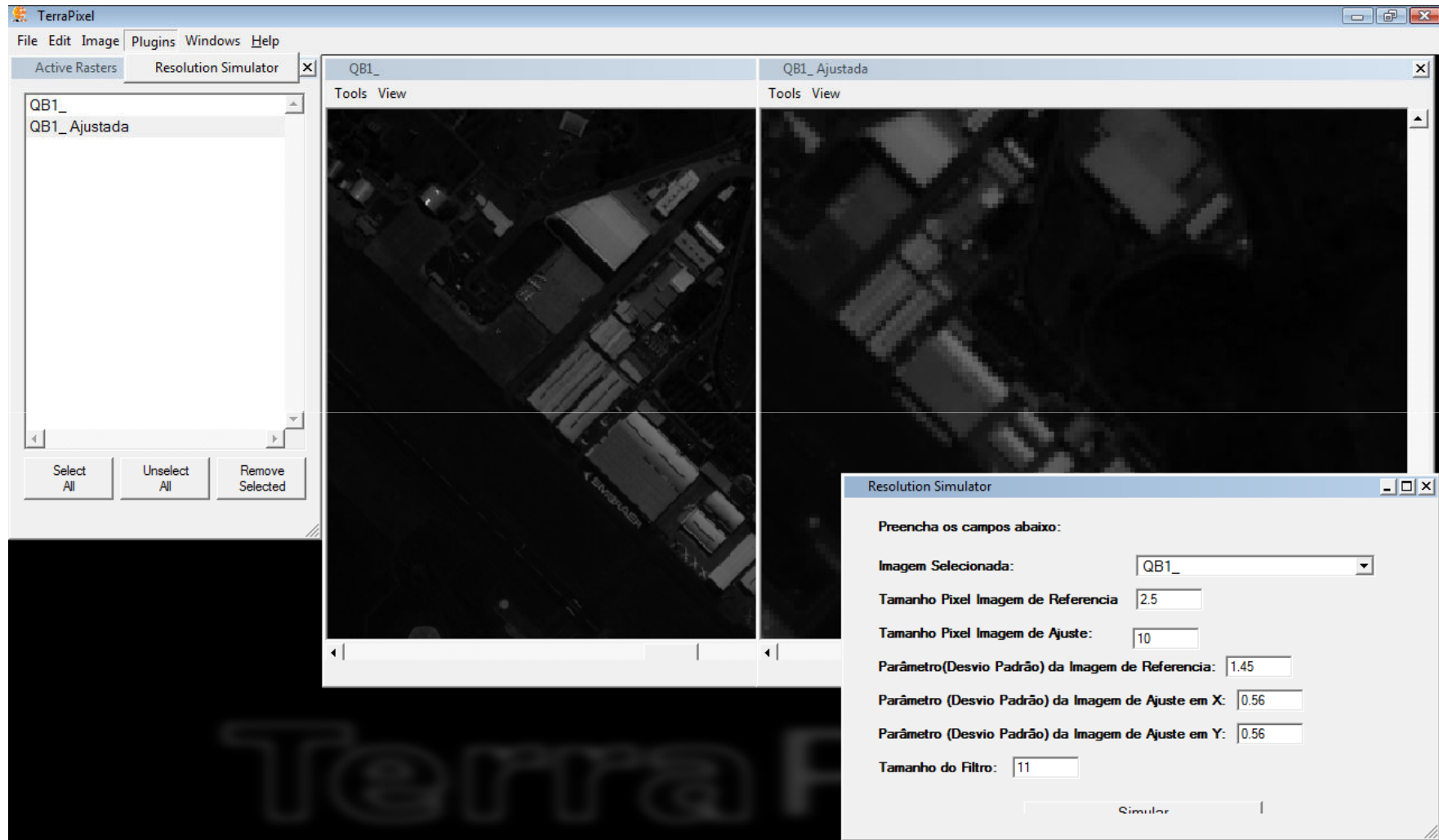
Exemplo: Ratio = 4. Janela 5x5



# DECIMATOR - PLUGIN



# DECIMATOR - PLUGIN



# PARÂMETROS

	<i>EIFOV-x</i>	<i>EIFOV-y</i>	<i>DESVIO-x</i>	<i>DESVIO-y</i>
QB	3.87	3.87	1.45	1.45
ALOS	15.00	15.00	0.56	0.56
LAND	41.60	45.40	0.52	0.57
MODIS B1	299.60	261.50	0.45	0.39
MODIS B2	291.10	253.90	0.44	0.38
MODIS B3	560.00	499.10	0.42	0.38
MODIS B4	546.10	499.30	0.41	0.38



# RESULTADOS - 3R4G2B



ALOS – 10 M

# RESULTADOS – DECIMATOR



QUICK BIRD – 10 M

# RESULTADOS - VMP



QUICK BIRD – 10 M



# RESULTADOS -AP



QUICK BIRD – 10 M

# RESULTADOS



LANDSAT – 30 M



# RESULTADOS - DECIMATOR



ALOS – 30 M



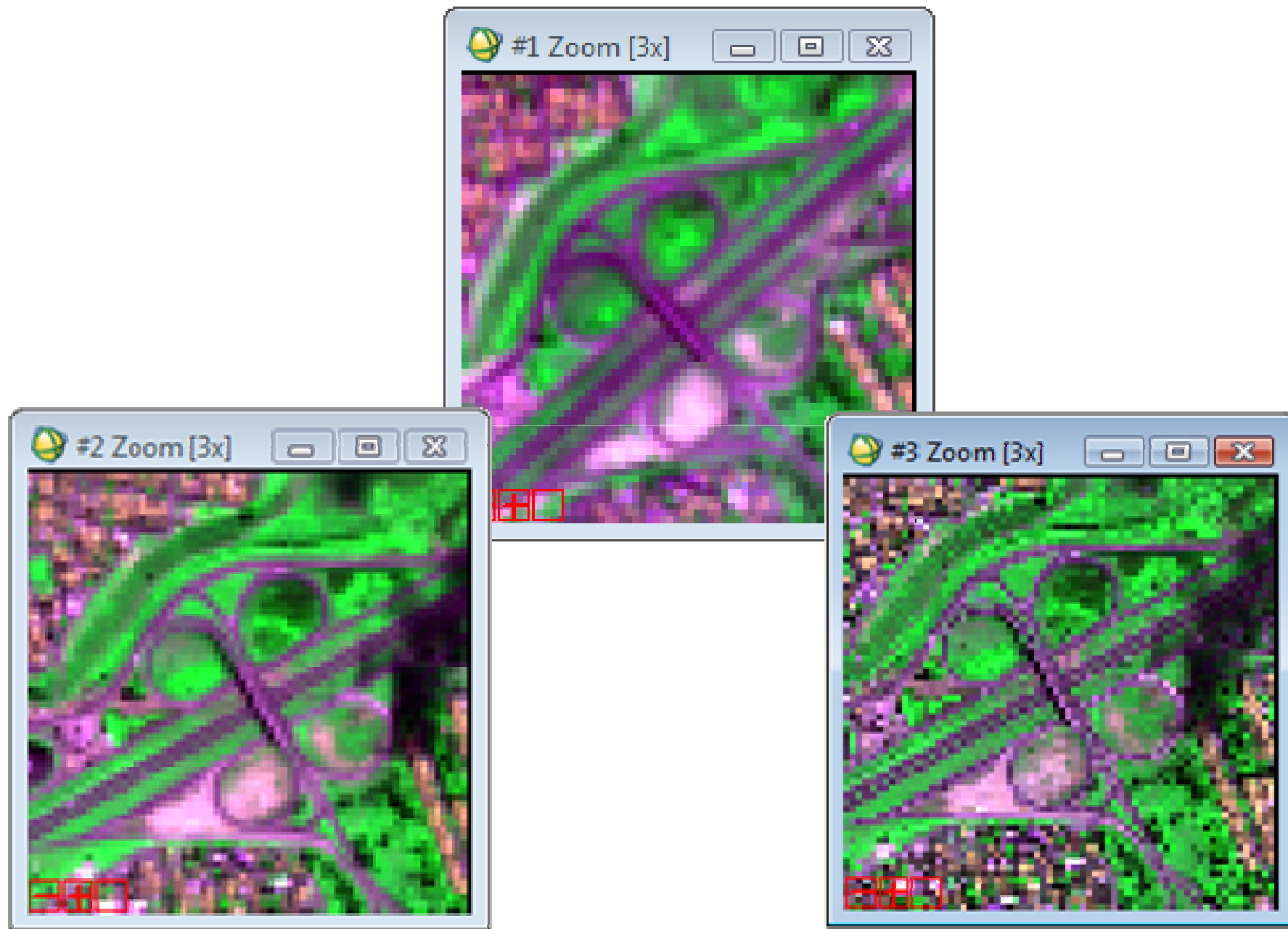
# RESULTADOS - VMP



ALOS – 30 M



# RESULTADOS



# PROBLEMA REAL

Página Principal do INPE

 **MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

## Notícias

**Institucional**

- Sobre o INPE ▶
- Quem é Quem ▶

**Pesquisa e Desenvolvimento**

- Centros Regionais ▶

**Produtos e Serviços**

- Engenharia de Satélites ▶
- Dados de Satélites ▶
- Espaço e Sociedade
- Amazônia ▶
- Mata Atlântica
- Nordeste
- Geodestasres-Sul
- Queimadas
- Tempo e Clima ▶
- Observações Astronômicas ▶
- Clima Espacial
- Raios ▶
- Radiação UV ▶
- Antártica ▶
- Softwares livres ▶

**Ensino e Documentação**

**LINKS RELACIONADOS**

Busca Notícias:

Selecione o Período:  
Selecione o Ano ▼  
Selecione o Mês ▼

**Notícias**

**Na Mídia**

**Imagens**

**Expediente**

**Brasil e Reino Unido anunciam projeto de cooperação espacial**  
**14/07/2008**

Brasil e Reino Unido vão trabalhar juntos no espaço: o satélite brasileiro de observação da Terra Amazônia-1 incluirá a câmera britânica RALCam-3.

A cooperação será concretizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), vinculado ao Ministério de Ciência e Tecnologia do Brasil, e pelo Rutherford Appleton Laboratory - Science & Technology Facilities Council (RAL-STFC).

O fato foi anunciado nesta segunda-feira (14/7) pelo ministro da Ciência e Tecnologia, Sergio Rezende, e pelo embaixador do Reino Unido, Peter Collecott, durante a 60ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), que está sendo realizada na Universidade de Campinas (Unicamp), em Campinas, São Paulo.

O satélite Amazônia-1, com lançamento previsto para 2010, será o primeiro satélite de recursos terrestres totalmente desenvolvido pelo Brasil e utilizará a Plataforma Multimissão-PMM, de médio porte, também desenvolvida pelo INPE e por indústrias brasileiras, no contexto do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), coordenado pela Agência Espacial Brasileira (AEB). O Amazônia-1 carregará, igualmente, um instrumento óptico com resolução espacial de 40 m e capacidade de imageamento de uma faixa de 780 km.

A câmara RALCam-3 produzirá imagens com resolução da superfície terrestre de cerca de 12 metros e com 110km de campo de visada. A tecnologia a ser por ela utilizada é inédita em satélites brasileiros e permitirá a geração de imagens com maior definição, aptas, por exemplo, a monitorar o meio ambiente e prover a gestão de recursos naturais.



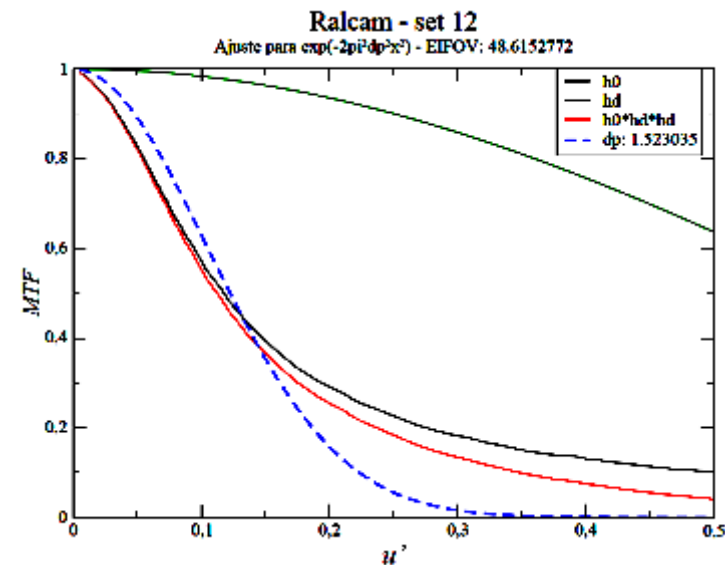
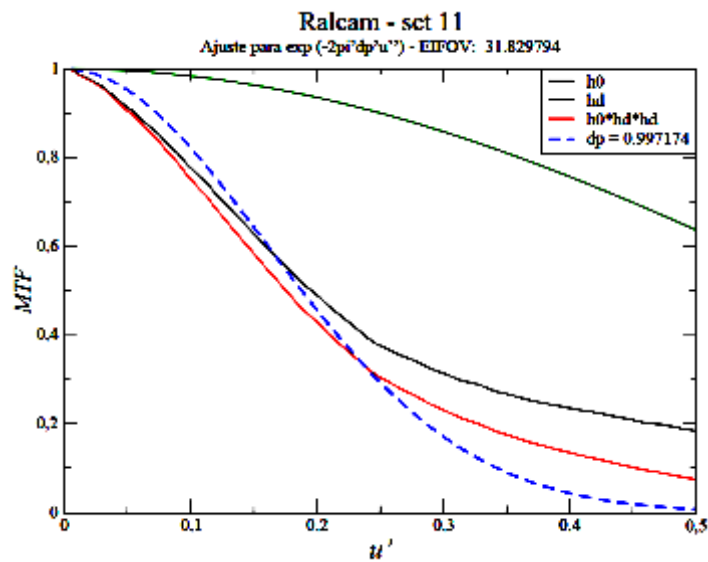
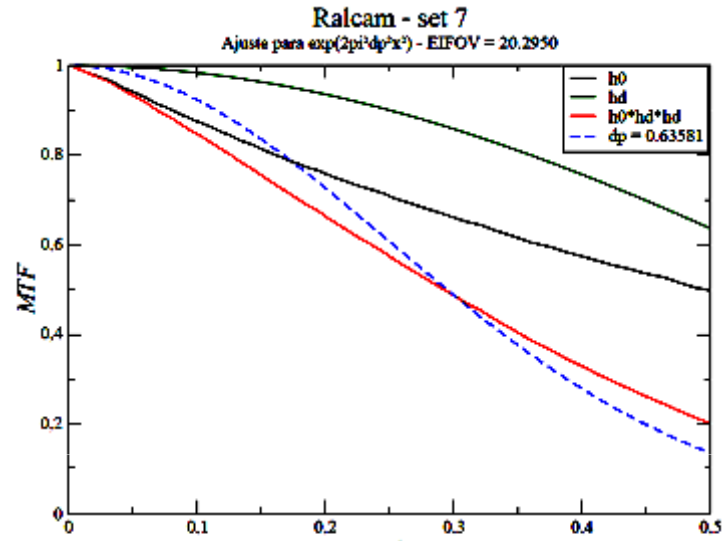
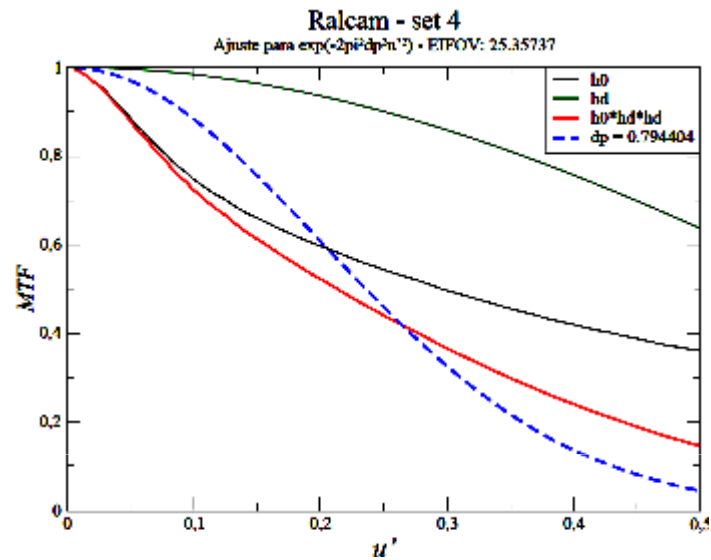
# PROBLEMA REAL

---

- Parâmetros do QuickBird (imagem referência)
  - ✓ 2,4 m
  - ✓ 4 bandas espectrais (visível, infravermelho próximo)
  - ✓ Curvas espectrais
- Imagem QuickBird
- Parâmetros da RALCam (imagem referência)
  - ✓ 10 m
  - ✓ 4 bandas espectrais (visível, infravermelho próximo)
  - ✓ Curvas espectrais
- Imagem ALOS



# CURVAS RALCAM





# PROBLEMA REAL

---

Critérios de avaliação:

(a) Teste de qualidade visual

(b) Estatísticas

(d) Perfil radiométrico ao longo de uma linha das  
imagens



# PROBLEMA REAL

---

São José dos Campos - SP





# ANÁLISE VISUAL



# ESTATÍSTICAS

São José dos Campos - SP

Bandas	1				2			
	orig	vmp	ap	DECIM	orig	vmp	ap	DECIM
Mét.								
Média	33,27	33,31	33,26	33,19	52,78	52,88	52,78	52,15
DP	8,10	8,10	6,55	8,43	16,47	16,56	13,08	16,62

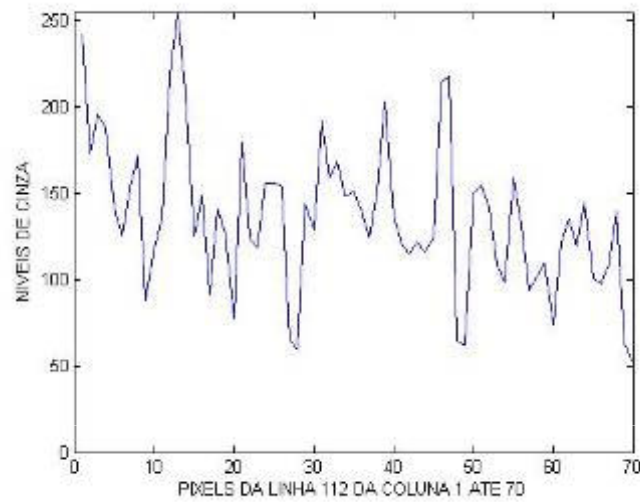
# ESTATÍSTICAS

São José dos Campos - SP

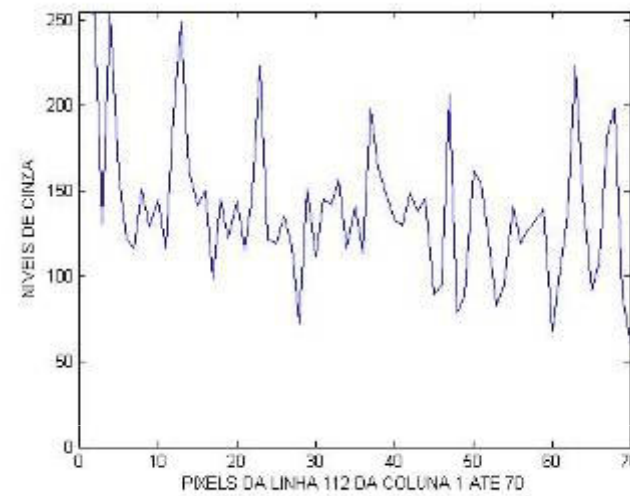
Bandas	3				4			
	orig	vmp	ap	DECIM	orig	vmp	ap	DECIM
Média	35,83	35,91	35,82	34,85	51,79	51,86	51,79	51,55
DP	15,40	15,45	12,54	15,53	15,77	15,84	11,15	15,33

# PERFIL RADIOMÉTRICO – BANDA 2

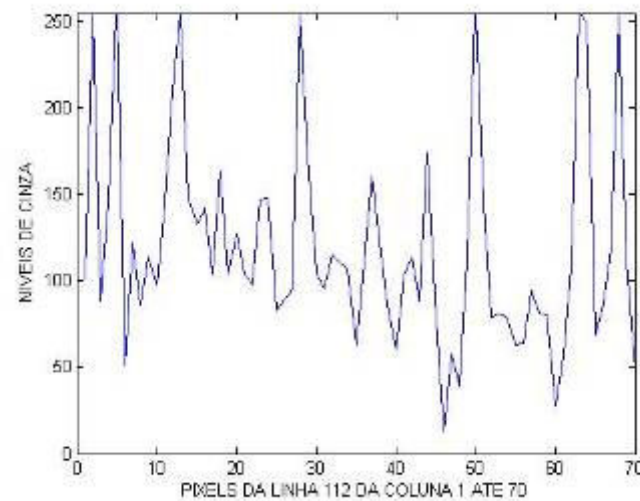
VMP



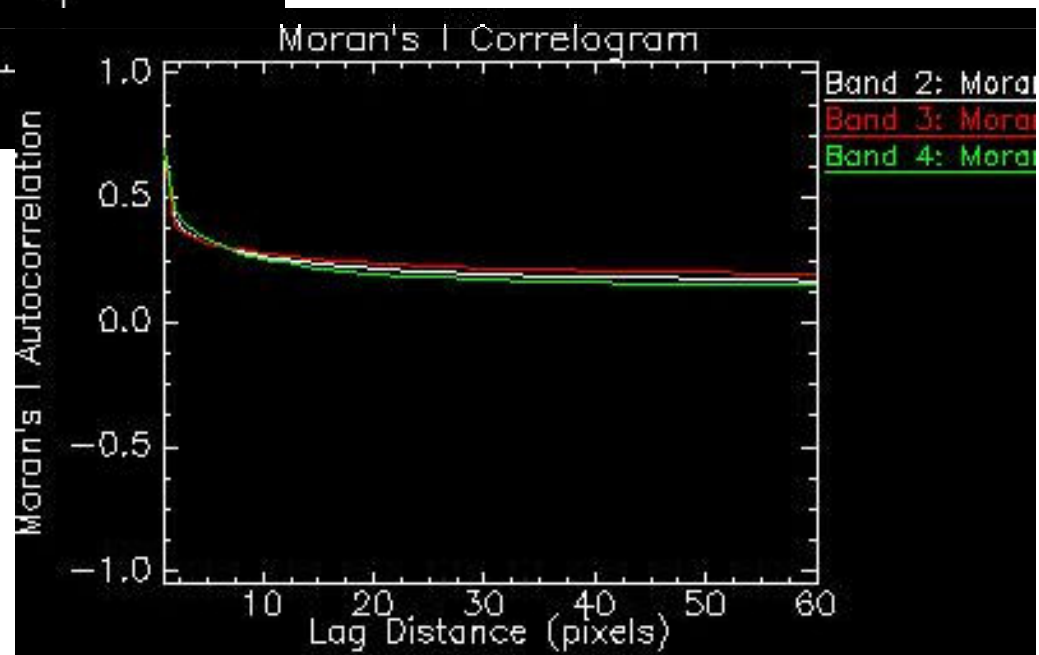
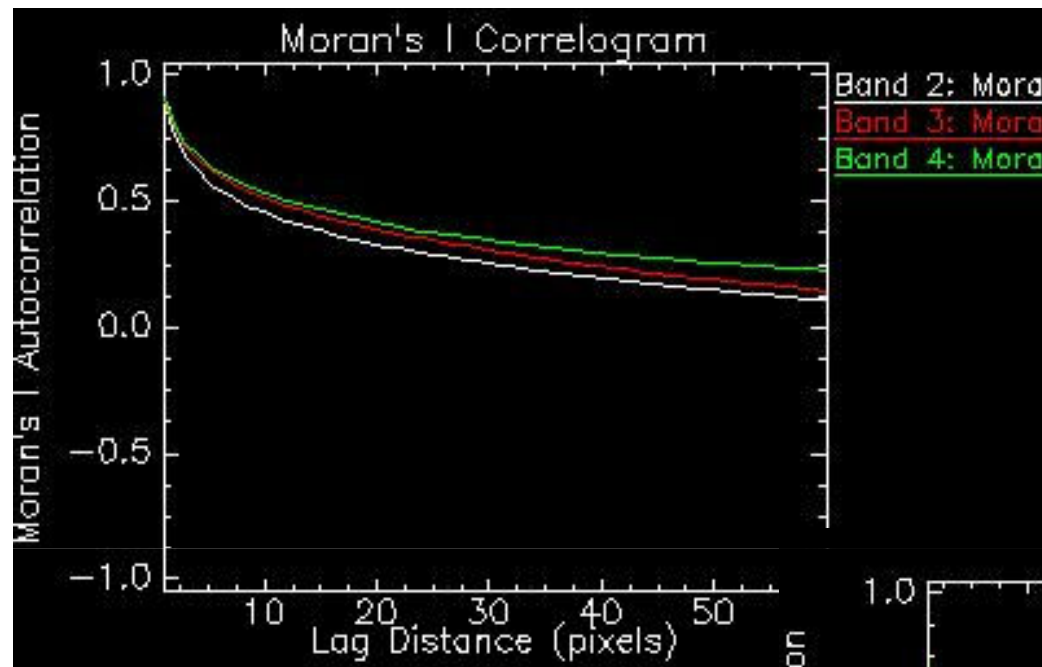
AP



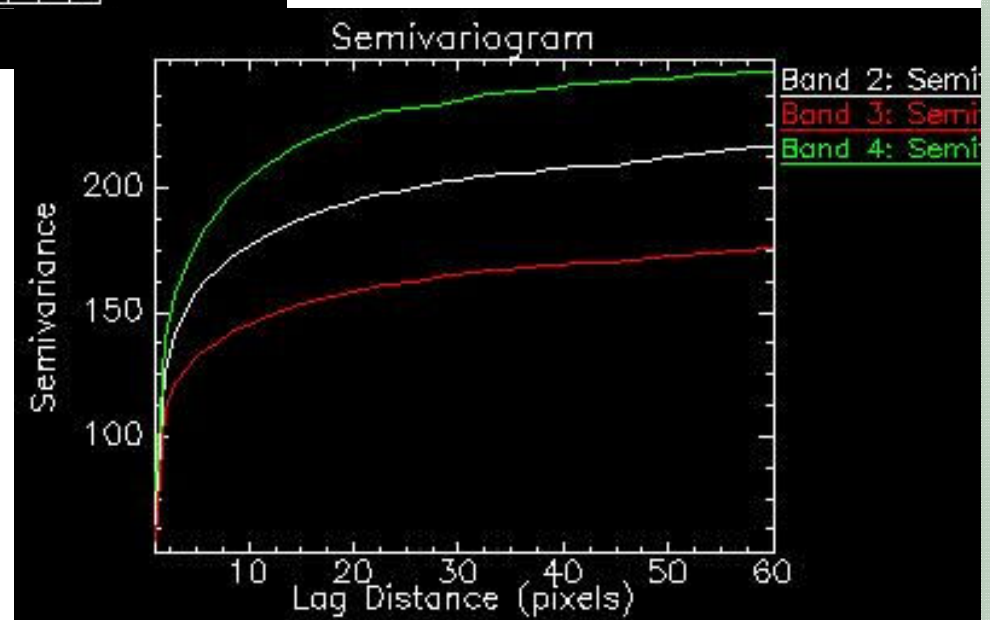
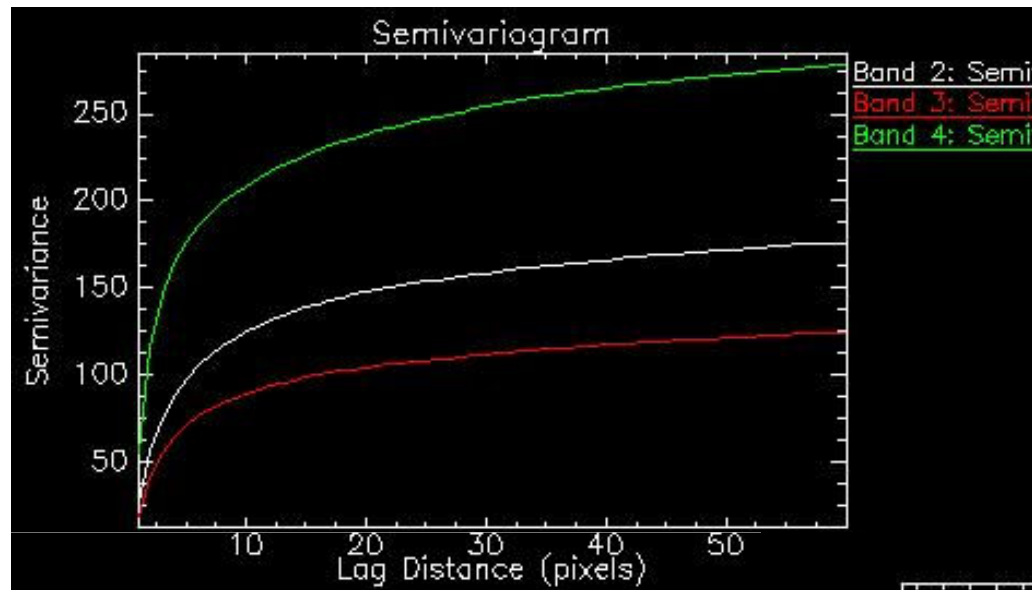
DECIMATOR



# ÍNDICES- DECIMATOR - QUEENS CASE



# ÍNDICES- DECIMATOR- QUEENS CASE





# ÍNDICE DE MORAN GLOBAL – B2

---

QB

StaBasic Statistics:

Mean: 19.942202

Standard Deviation: 14.503238

Moran's I:

Autocorrelation Index: 0.8756506296

VMP

Basic Statistics:

Mean: 19.939534

Standard Deviation: 14.515808

Moran's I:

Autocorrelation Index: 0.5821756512

DECIMATOR

Basic Statistics:

Mean: 20.369702

Standard Deviation: 18.033963

Moran's I:

Autocorrelation Index: 0.7008672475



# MORAN LOCAL – GATILHO



# PERGUNTA !!!!

---

É possível otimizar o ajuste da escala em dados raster oriundos de Sensoriamento Remoto em função de um problema específico?



# CONCLUSÃO

---

- ✓ Problema sem solução ótima
- ✓ Decimador → melhorar a lógica

## ❖ Novas Questões:

- ✓ Wavelets
- ✓ Média Ponderada
- ✓ Valores Mínimos e Máximos de Radiância
- ✓ Análise Espacial



# REFERÊNCIAS

---

- Dark, SJ and Bram, D. **The modifiable areal unit problem (MAUP) in physical geography.** *Progress in Physical Geography* 31 (5) pp. 471-479 (2007)
- Cao, C.; Lam, N. **Understanding the Scale and Resolution Effects in Remote Sensing and GIS.** *In: Quattrochi, D.A. e Goodchild, M.F. (Eds.) Scale in Remote Sensing and GIS.* CRC Lewis: Boca Raton, FL, USA, p. 57-72. 1997
- Banon GJF, Santos AC (1993). **Digital filter design for sensor simulation: application to the Brazilian Remote Sensing Satellite.** Sao Jose dos campos: INPE. 62 p. (INPE-5523- RPQ/665).
- Storey JC (2001) **Landsat 7 on-orbit modulation transfer function estimation.** In: *Sensors, Systems, and Next Generation Satellites 5.*, 17-20 sep. 2001, Toulouse, France. Proceedings. . Bellingham, WA, USA: SPIE, 2001, p. 50–61.
- Definição da escala em imagens de sensoriamento remoto: uma abordagem alternativa.** *Boggione, G. A.; Silva, M. V. A.; Carvalho Junior, N. R.; Teles, T. L.; Nazareno, N. R. X.* Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 1739-1746.

# Falácia Ecológica no Contexto do Sensoriamento Remoto: Ajuste de Escala Baseado em Função de Transferência de Modulação



Giovanni A. Boggione

Análise Espacial de Dados Geográficos

Dezembro/2009