



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

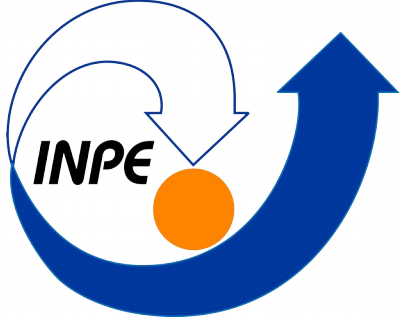


Adriano Carvalho de Paula Doutorado CAP

Diego Vilela Monteiro Mestrado CAP

João Eliakin Mota de Oliveira Doutorado CAP

Rubens Andreas Sautter Mestrado CAP



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Sumário

- Descrição Básica de Imagem Digital
- Modelos de Compressão de Imagens
- Técnicas de Compressão de Imagens
- Contextualização de Compressão de Imagens no Âmbito de Observação da Terra
- Abordagens de Compressão Embarca e em Solo
- Revisão e Conclusão



A pixelated, black and white drawing of a cat's face. The cat has large, round eyes with black pupils and a wide, open-mouthed smile showing its tongue. The drawing is composed of a grid of black and white pixels, giving it a retro, digital art appearance.

[illegible]

<http://blog.kleinproject.org/?p=588>



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Descrição Básica de Imagem Digital



Imagem Binária



Imagem em Escala de Cinza



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Descrição Básica de Imagem Digital

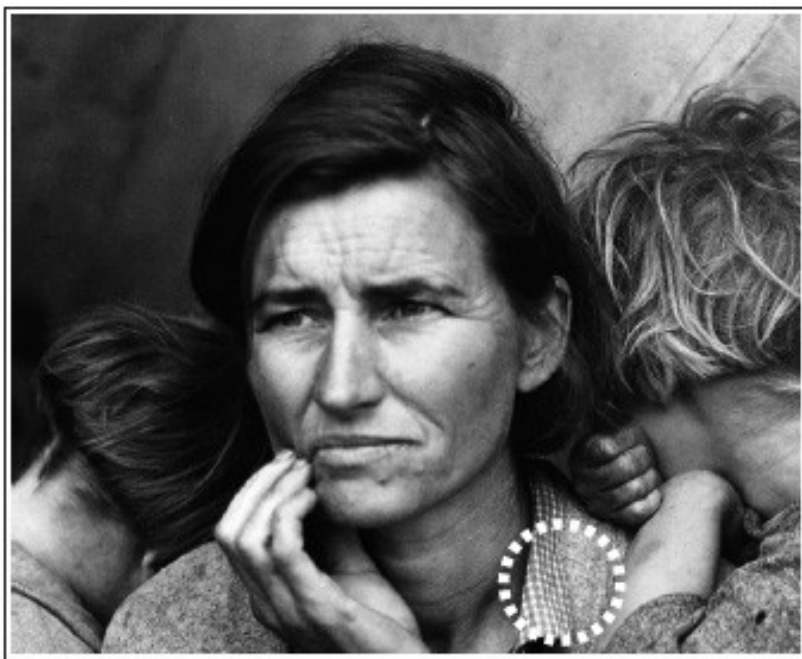


Imagem de Tom Contínuo

[http://www.press.uchicago.edu/
infoServices/artdigest.html](http://www.press.uchicago.edu/infoServices/artdigest.html)

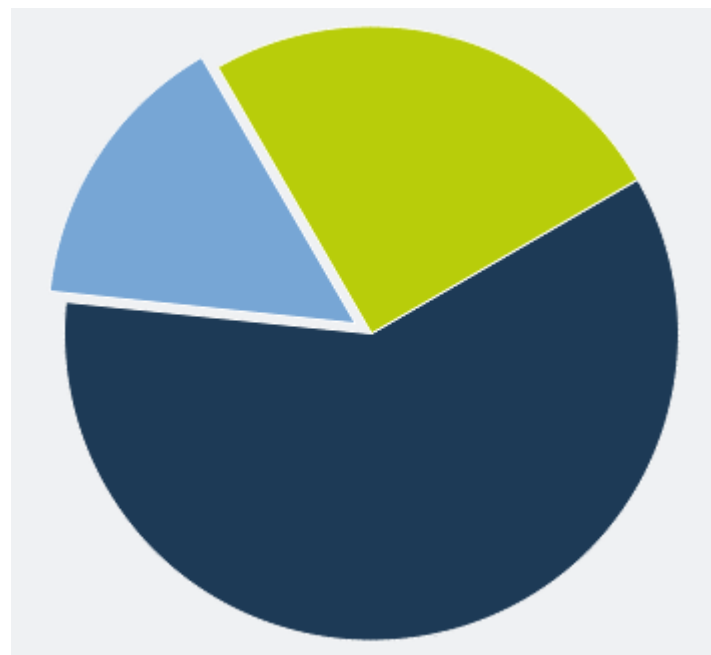


Imagem de Tom Discreto



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Descrição Básica de Imagem Digital



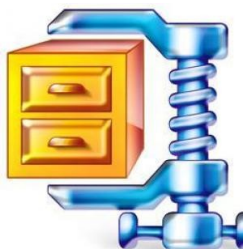
Imagem Cartoon-Like

<http://www.vector-eps.com/classic-cartoon-characters/>



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Compressão de Imagens



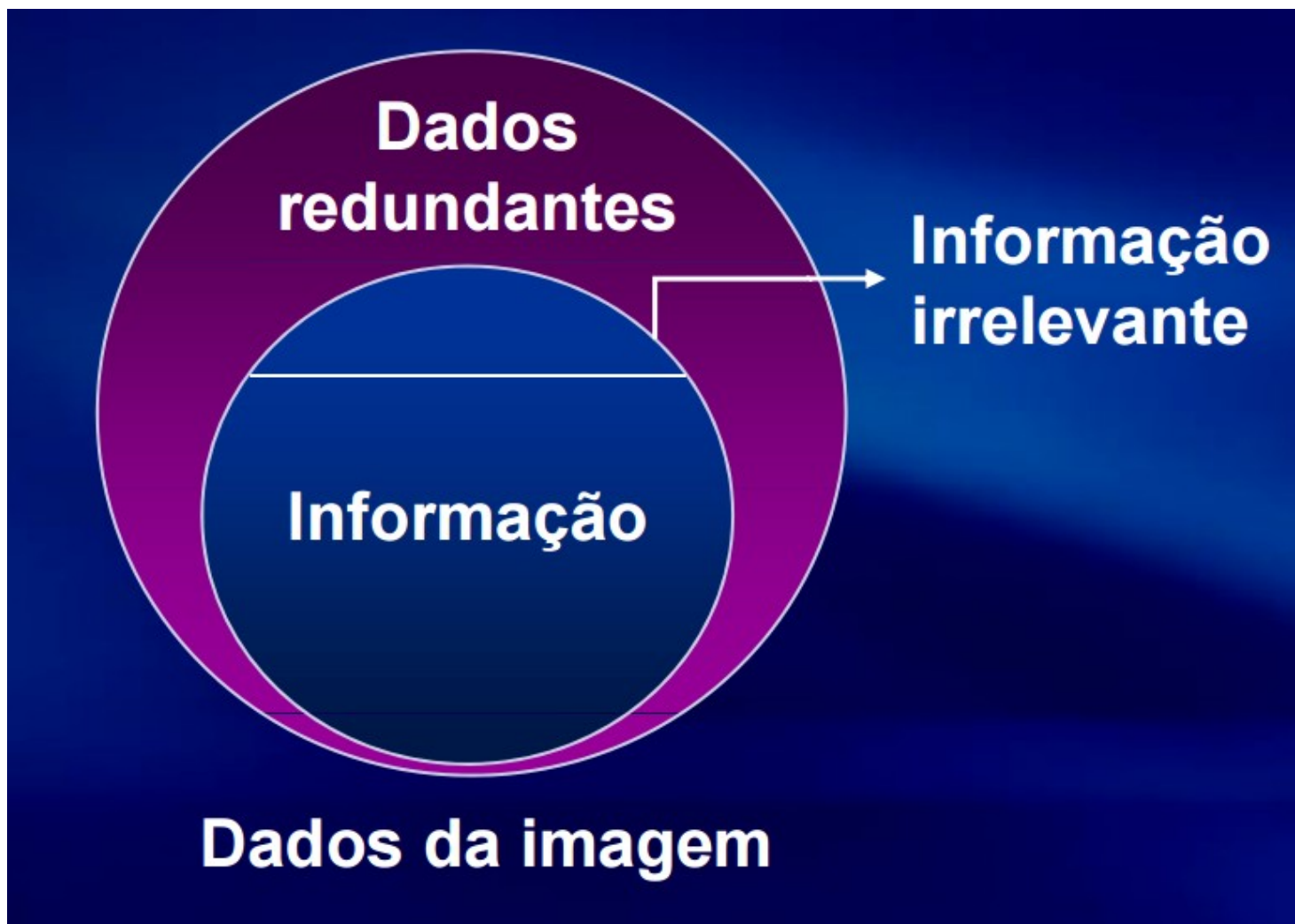
- Reduz a quantidade de dados necessária para representar uma imagem digital, preservando a informação.
- Dado **não é o mesmo que informação mas sim um meio de representá-la**

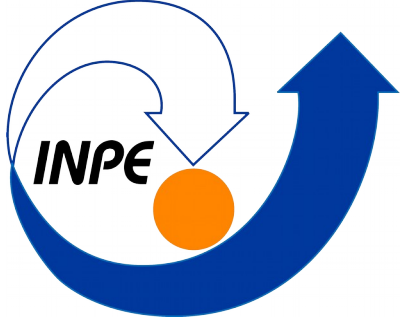




Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Compressão de Imagens





Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Modos de Compressão

- Sem Perda

- Reduz apenas dados redundantes
- Recupera a imagem original
- Apresenta baixa taxa de compressão (bitrate)

- Com Perda

- Reduz dados redundantes e descarta **informação** irrelevante.
- Não recupera a imagem original
- Permite maior taxa de compressão

Exemplo de Compressão com Perda



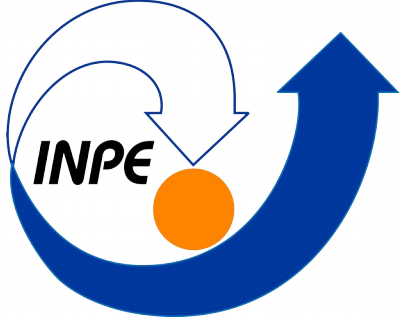
Imagem Original
Lena - 12Kb



Imagem
Comprimida
(85% de perda)
1,8 Kb



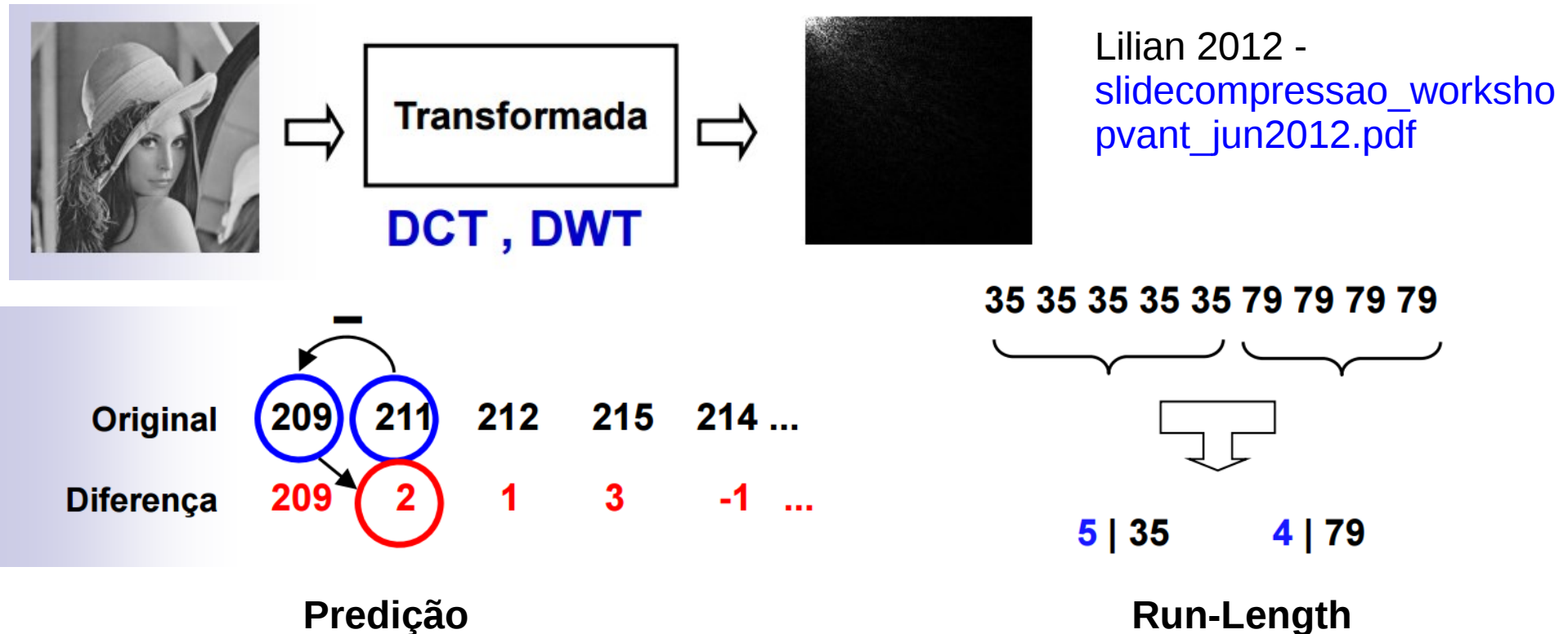
Imagem
Comprimida
(96% de perda)
0,56 Kb

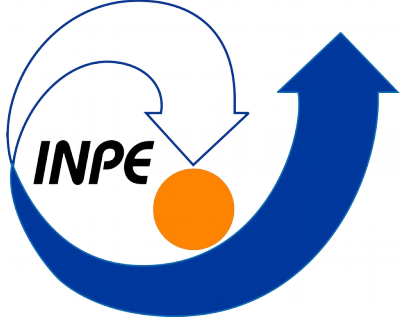


Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Tipos de Redundância

- Espacial
- Redundância Interpixel (alta correlação espacial)
- Transformada ou Predição





Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Tipos de Redundância

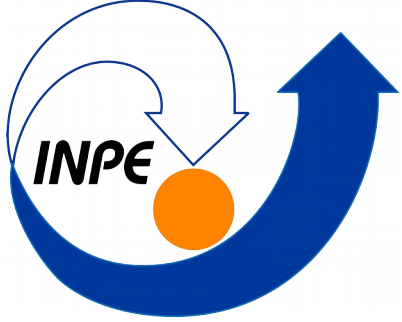
- Psicovisual
 - Olho humano não é sensível a altas frequências
 - Compressão com perdas
- Estatística ou por Entropia
 - Explora a não uniformidade das probabilidades dos símbolos (pixels)
 - Valores de pixel mais frequentes → Número maior de bits

AAAAAABBBBBCCCCDDDEEF

Codificação de Huffman

Caractere	A	B	C	D	E	F
Contagem	6	5	4	3	2	1

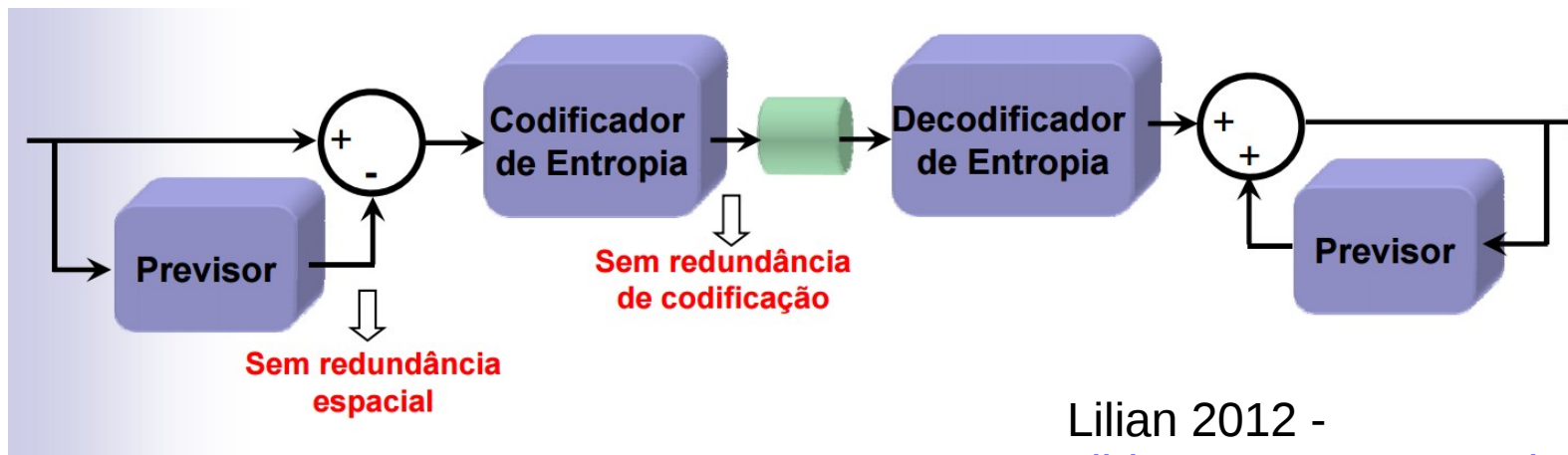
Caractere	A	B	C	D	E	F
Código	000	001	010	011	100	101



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Métodos de Compressão

- Domínio Espacial
- Métodos Preditivos – Entropia de Shannon



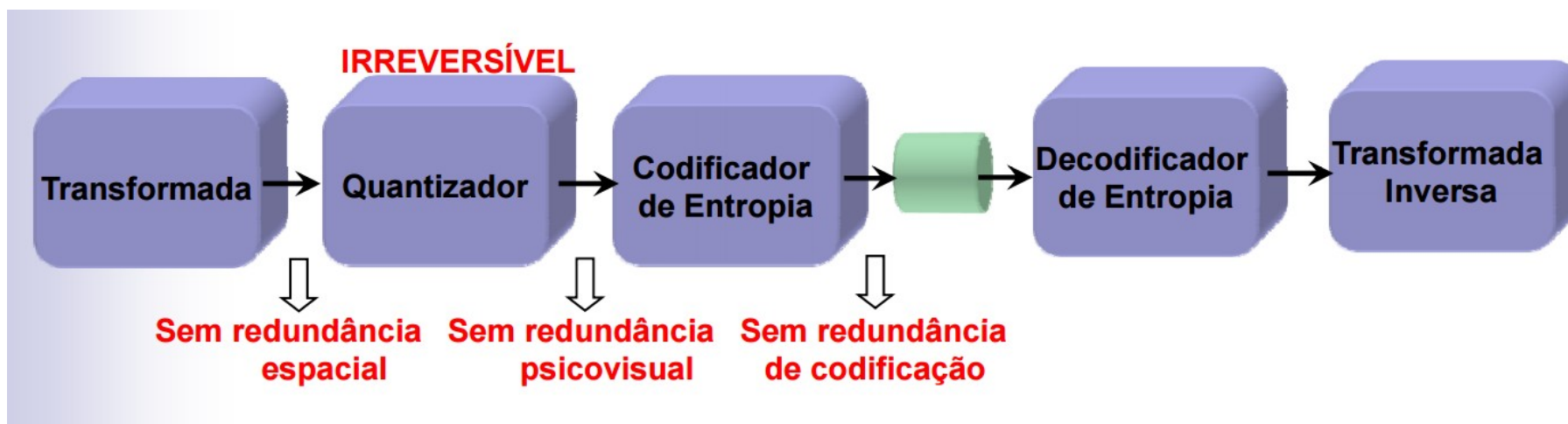
Lilian 2012 -
slidecompressao_worksho
pvant_jun2012.pdf



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Métodos de Compressão

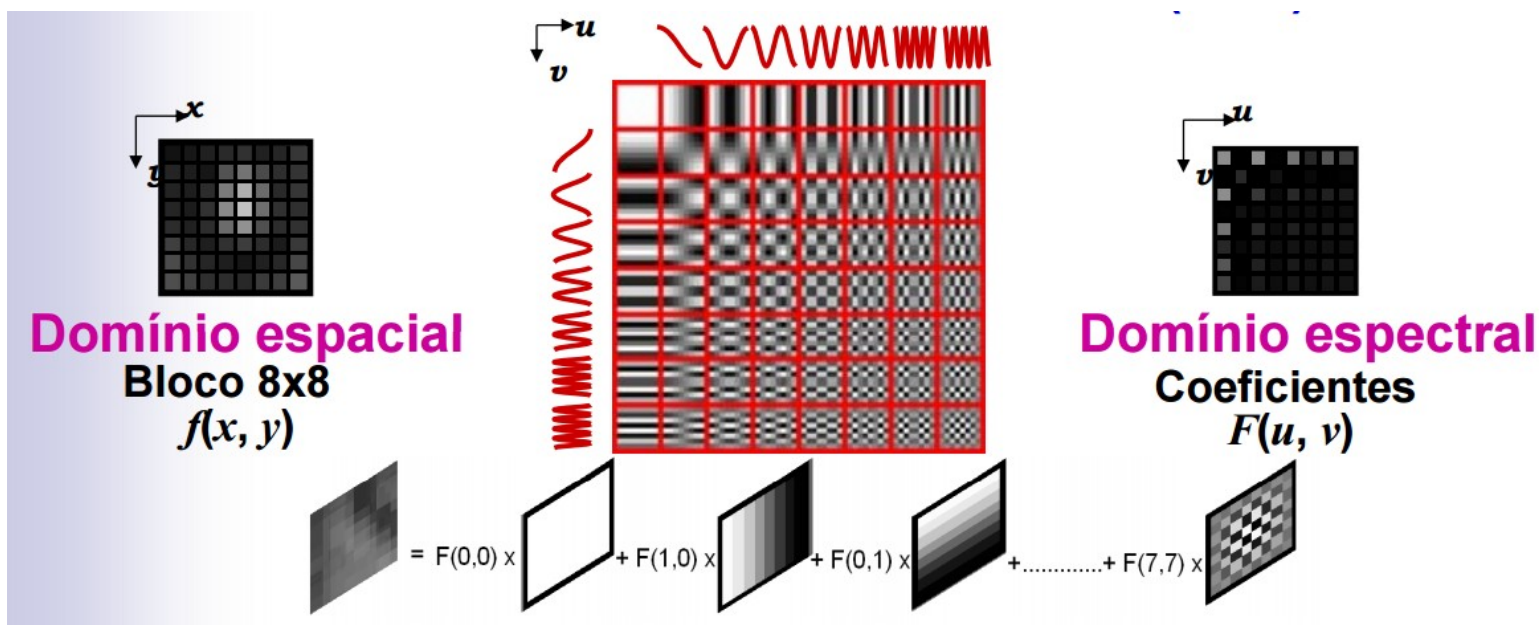
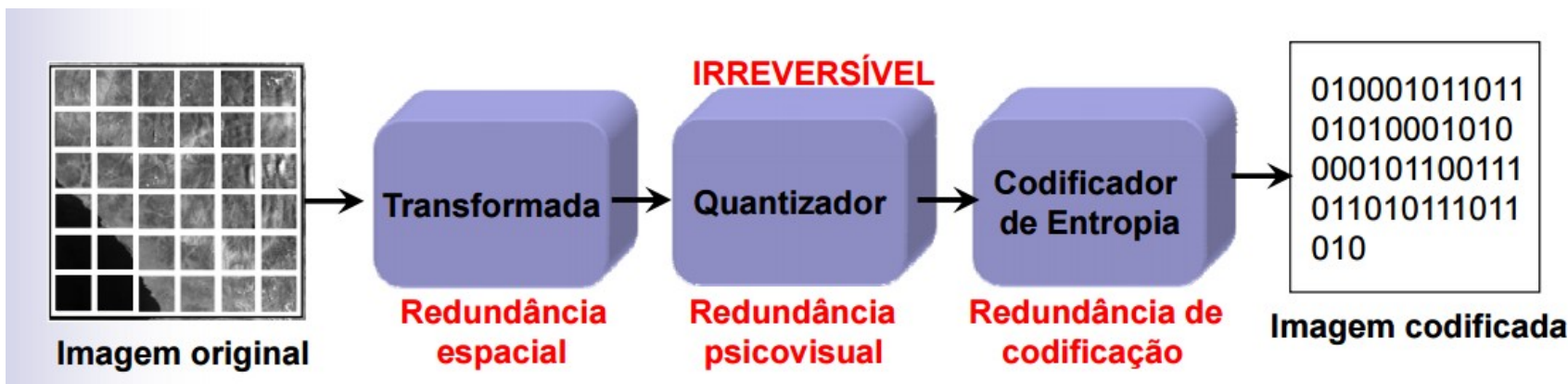
- Domínio da Frequência
- Métodos baseados em transformadas - Fourier





Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

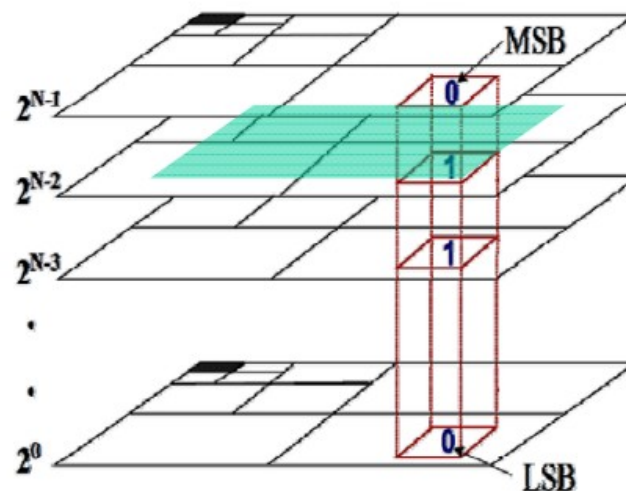
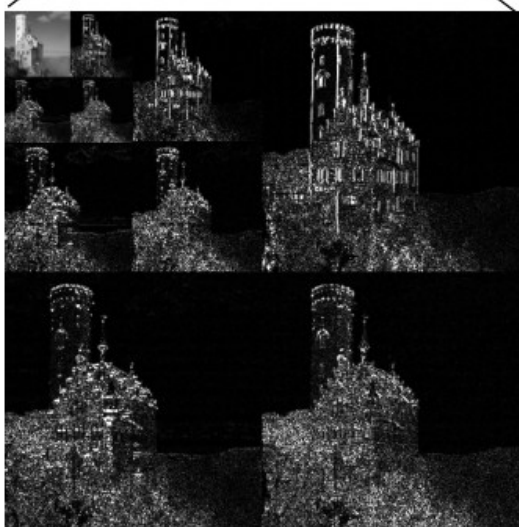
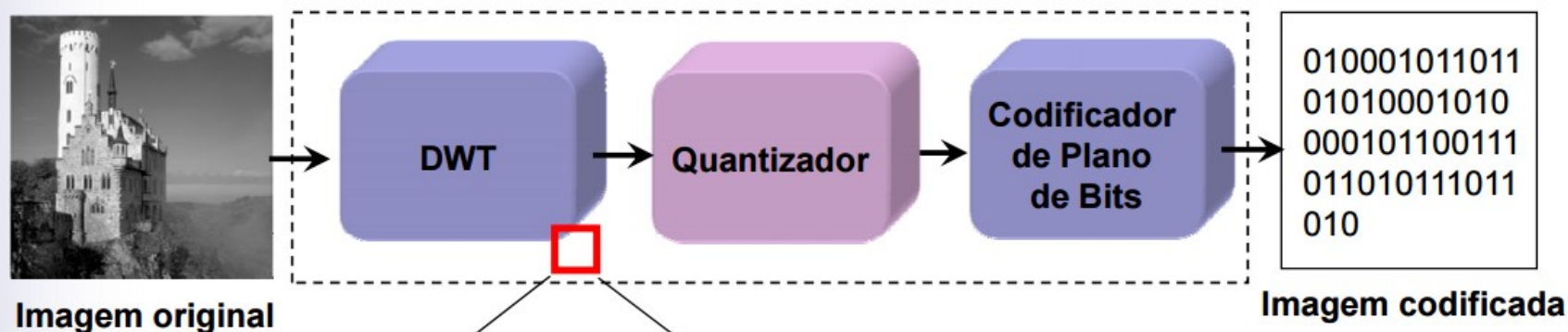
DCT – Transforma Discreta do Cosseno





Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

DWT – Transforma Discreta de Wavelet

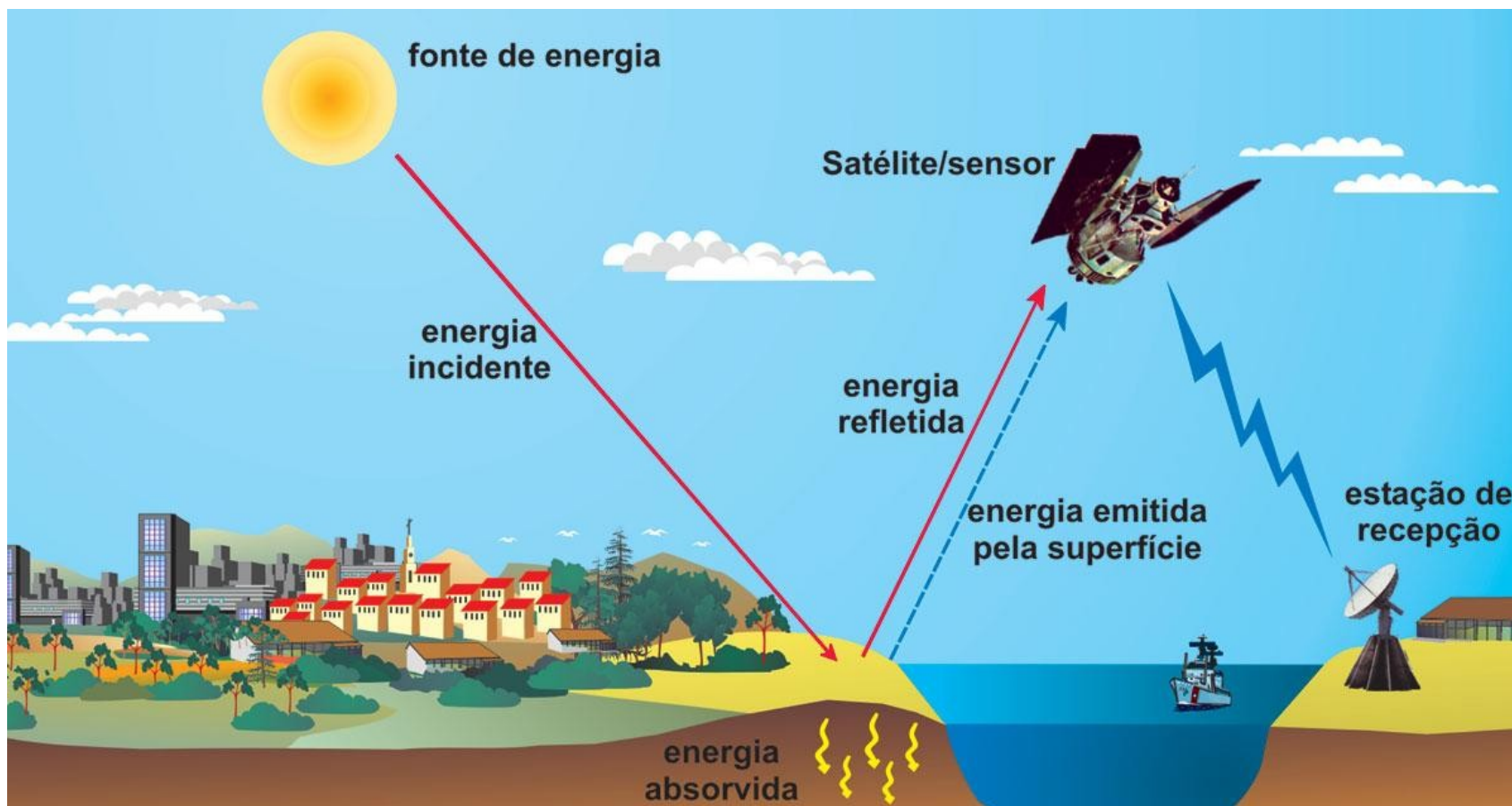


Plano de Bits dos Coeficientes

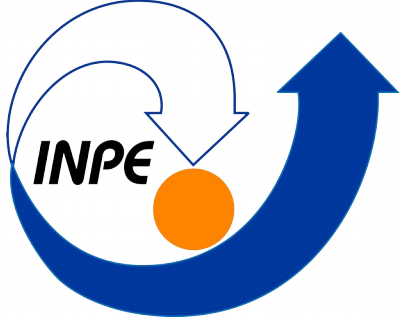


Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Observação da Terra



<http://parquedaciencia.blogspot.com.br/2013/07/como-funciona-e-para-que-serve-o.html>



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Requisitos de Compressão Embarcada

- Limitações Computacionais e Operacionais
 - Energia Elétrica
 - Reduzida Capacidade de Armazenamento
 - Proteção contra radiação
- Hardware
 - FPGA
 - Algoritmos de Fácil Implementação



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Requisitos de Compressão Embarcada

- Habilidade de lidar com dado bruto
 - Imperfeições do sensor
 - Perda de eficiência na compressão
 - CCSDS-123 (resiliente a listras (stripes))
- Perda de pacotes na transmissão
 - Pode tornar o arquivo comprimido indecodificável
 - Resetar o algoritmo de compressão de tempos em tempos



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Fluxo de Dados

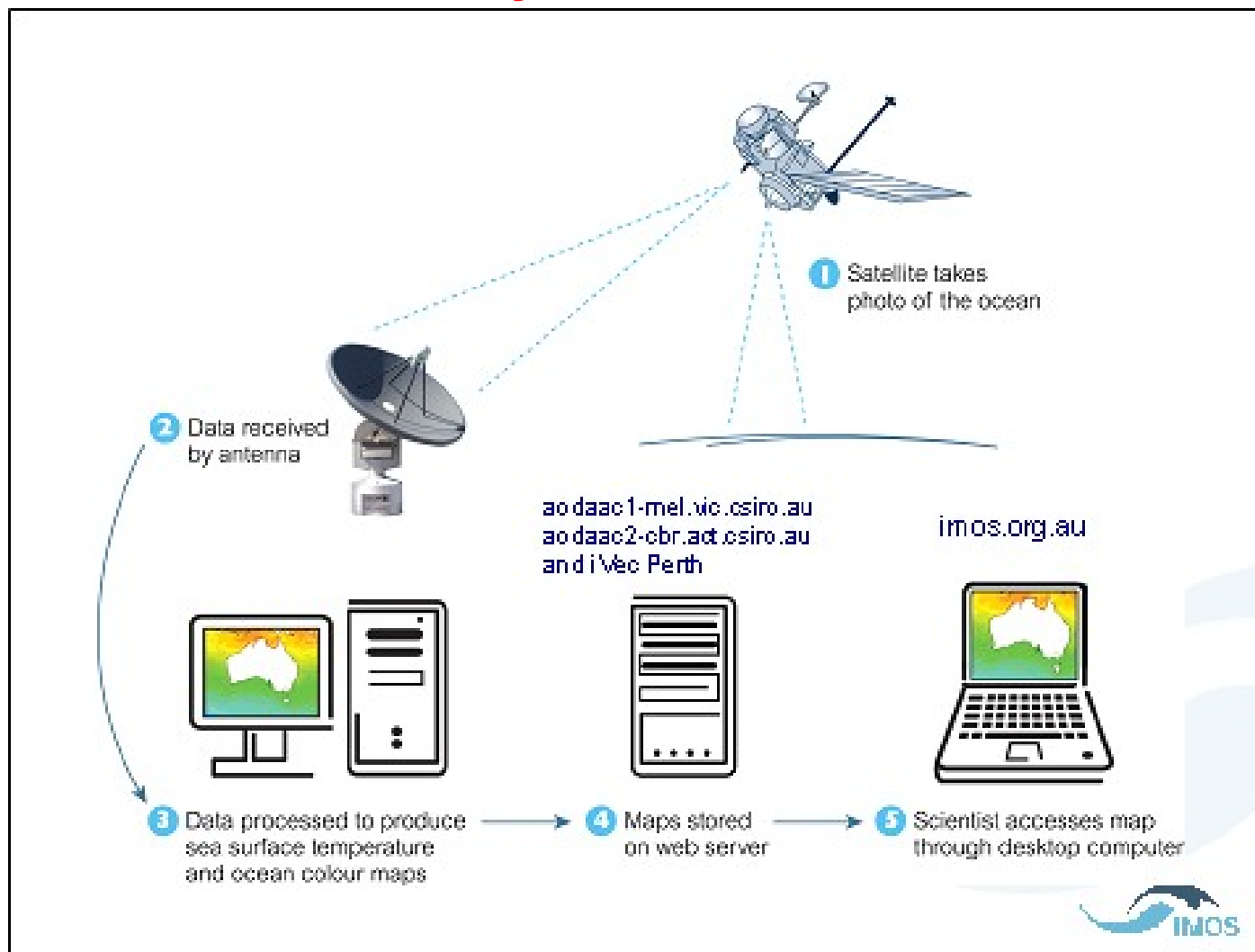


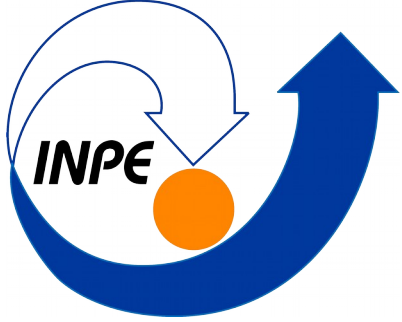
wiki.dpi.inpe.br/lib/exe/fetch.php?media=compr_imagens.ppt



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Estação Terrestre





Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Requisitos de Compressão em Solo

- Menos suscetível a perdas
- Protocolo TCP/IP (retransmissões)
- Entrega das imagens ao usuário final
 - Acesso por web-browser ou softwares específicos
 - Imagem comprimida ainda é grande → mais compressão
 - Escalabilidade → Imagens com qualidade progressivamente melhorada



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Padrões de Compressão

- JPEG - Joint Photographic Expert Group
 - Primeira norma de compressão internacional
- Baseado em Predição:
 - JPEG-LS (Lossless – sem perda)
- Baseado em Transformada:
 - JPEG-baseline (DCT)
 - JPEG2000 (DWT) (progressivo)
- Mais recentemente:
 - JPEG-XR - Transformada LBT (Lapped Biorthogonal Transform) → gera imagens menores que o JPEG2000



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

CCSDS - Consultative Committee for Space Data Systems

- Grupo Internacional composto por agências espaciais
 - Discutir e desenvolver padrões para dados espaciais e sistemas de informação.
- Italia - ASI - Agenzia Spaziale Italiana
- Reino Unido - BNSC - British National Space Centre
- Canadá - CSA - Canadian Space Agency
- França - CNES - Centre National d'Etudes Spatiales
- Alemanha - DLR - Deutsches Zentrum für Luft-und Raumfahrt e.V
- Europa - ESA - European Space Agency
- Federação Russa - Federal Space Agency (Roskosmos)
- **Brasil - INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**
- Japão - JAXA - Japan Aerospace Exploration Agency
- EUA - NASA - National Aeronautics and Space Administration

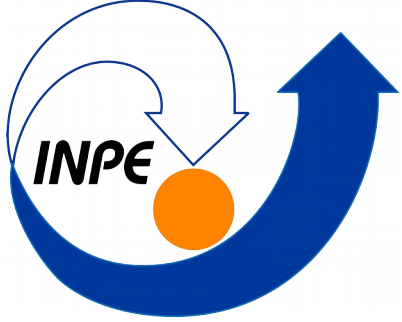
<http://public.ccsds.org/default.aspx>.



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

CCSDS - Consultative Committee for Space Data Systems

- Padrão recomendado atualmente:
 - CCSDS-IDC – baseado em transformada wavelet
 - Comparável ao JPEG2000
- Desenvolvido tendo em mente hardware embarcado (FPGA)



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Bibliografia Principal

Yu et al 2009 - Image compression systems on board satellites

Faria et al 2012 - Performance evaluation of data compression systems applied to satellite imagery

David Salomon - Data Compression: The Complete Reference (3th Edition) - 2007

Gonzalez & Wood – Digital Image Processing (3th Edition) - 2006



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Obrigado!