



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



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

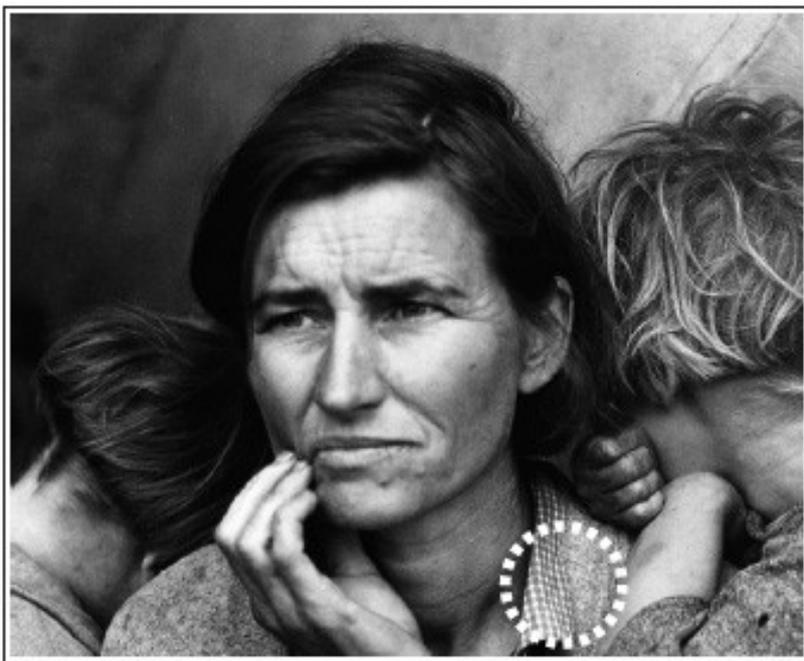


Imagem de Tom Contínuo

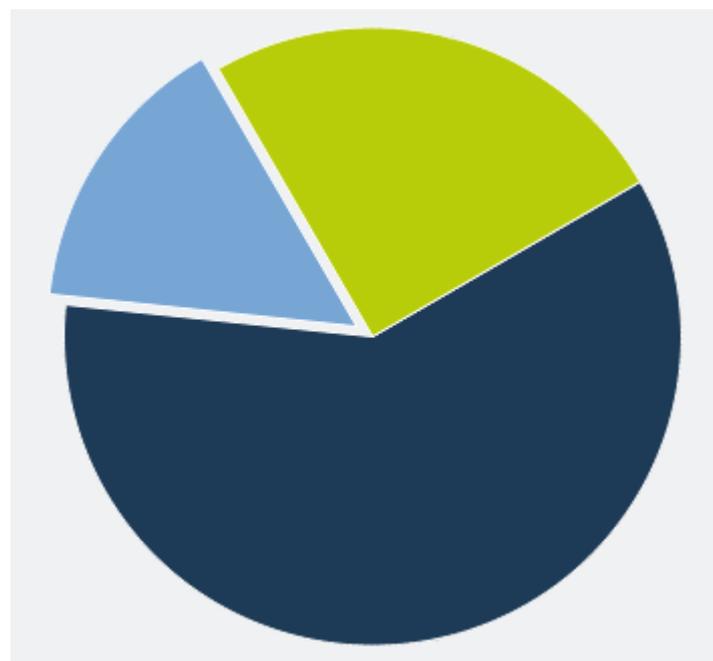


Imagem de Tom Discreto



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Descrição Básica de Imagem Digital

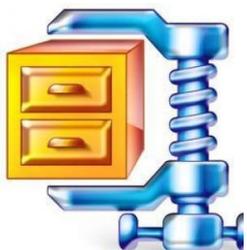


Imagem Cartoon-Like

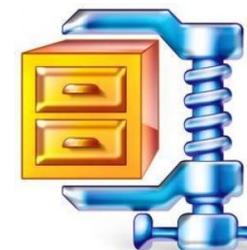


Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Compressão de Imagens



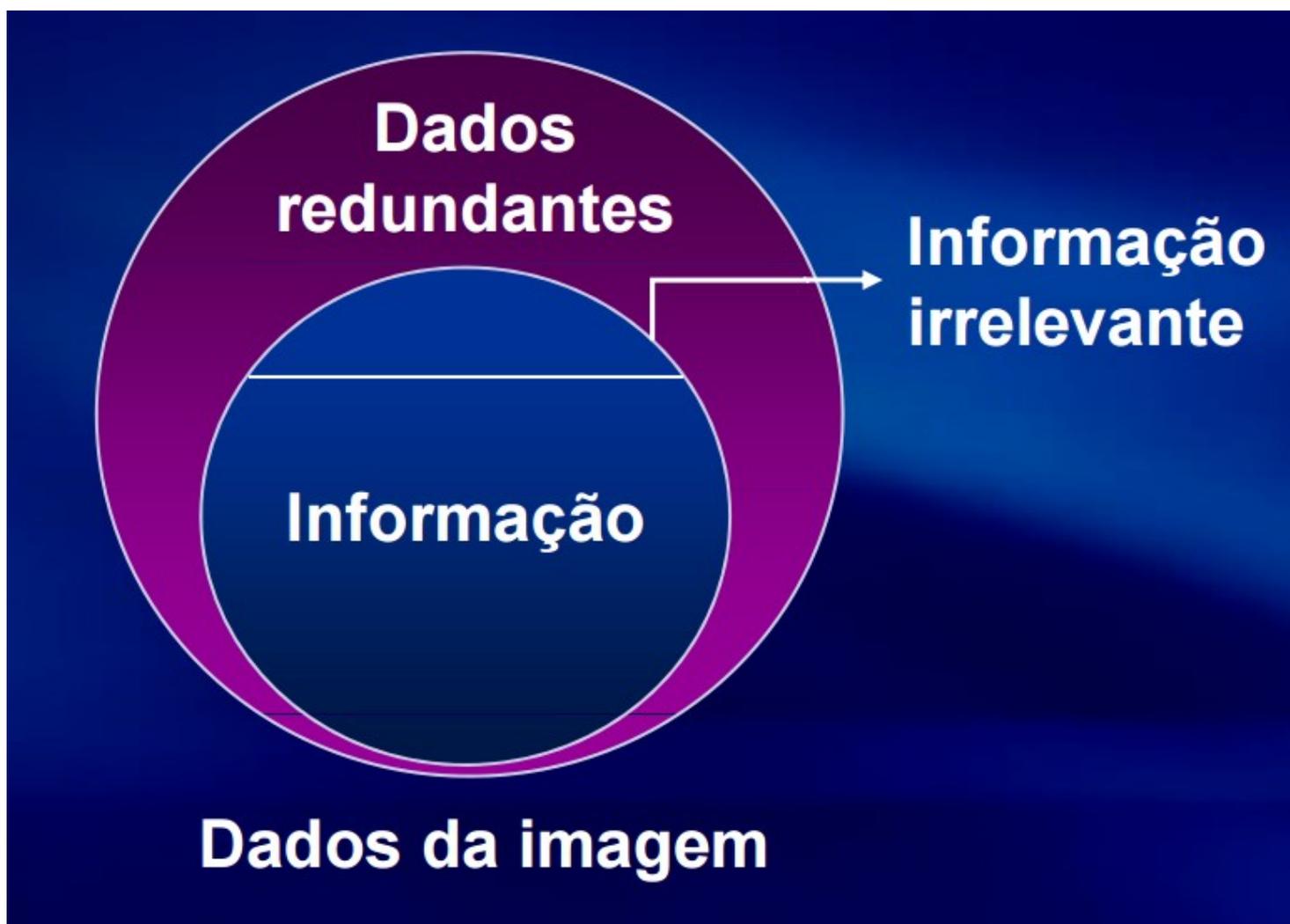
- Reduz a quantidade de dados necessária para representar uma imagem digital, preservando a informação.
- Dado **não é o mesmo que informação** mas sim um meio de representá-la





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



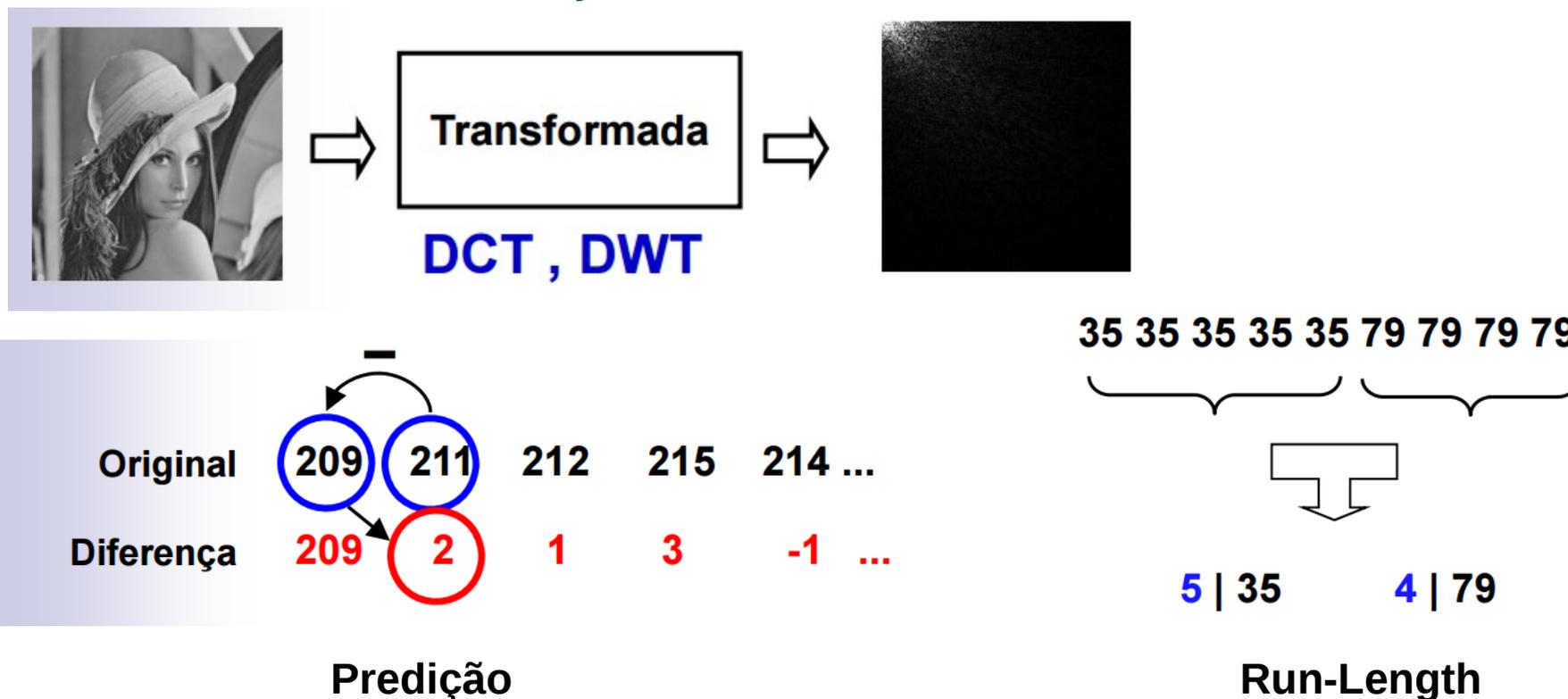
Imagem
Comprimida
(96% de perda)
0,56 Kb



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

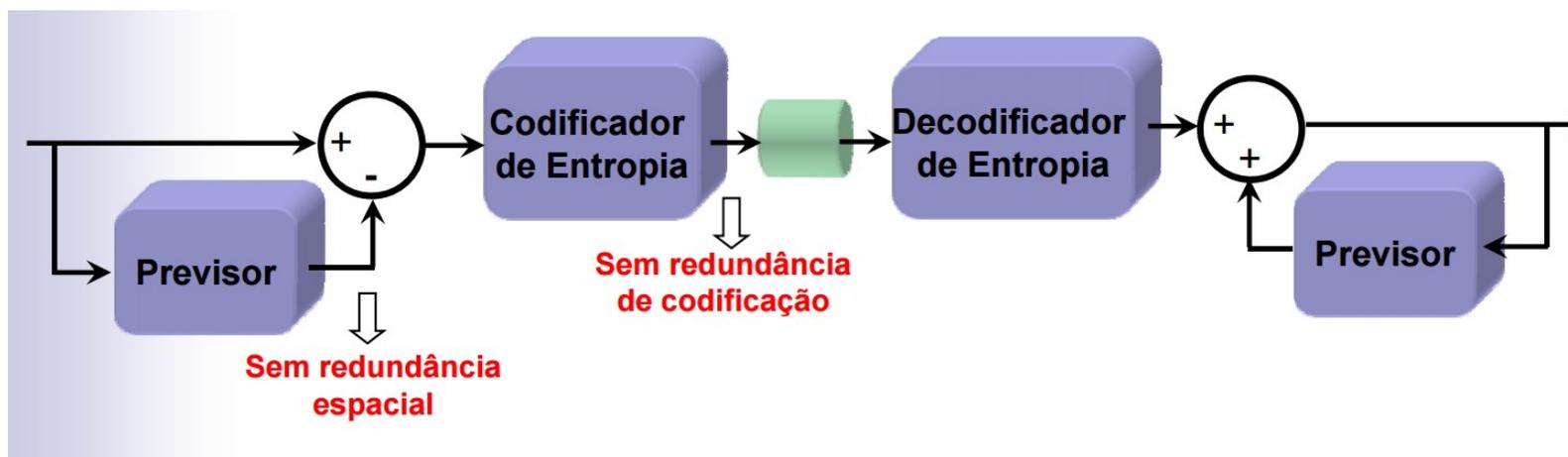
Caractere	A	B	C	D	E	F
Código	000	001	010	011	100	101



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Métodos de Compressão

- Domínio Espacial
- Métodos Preditivos

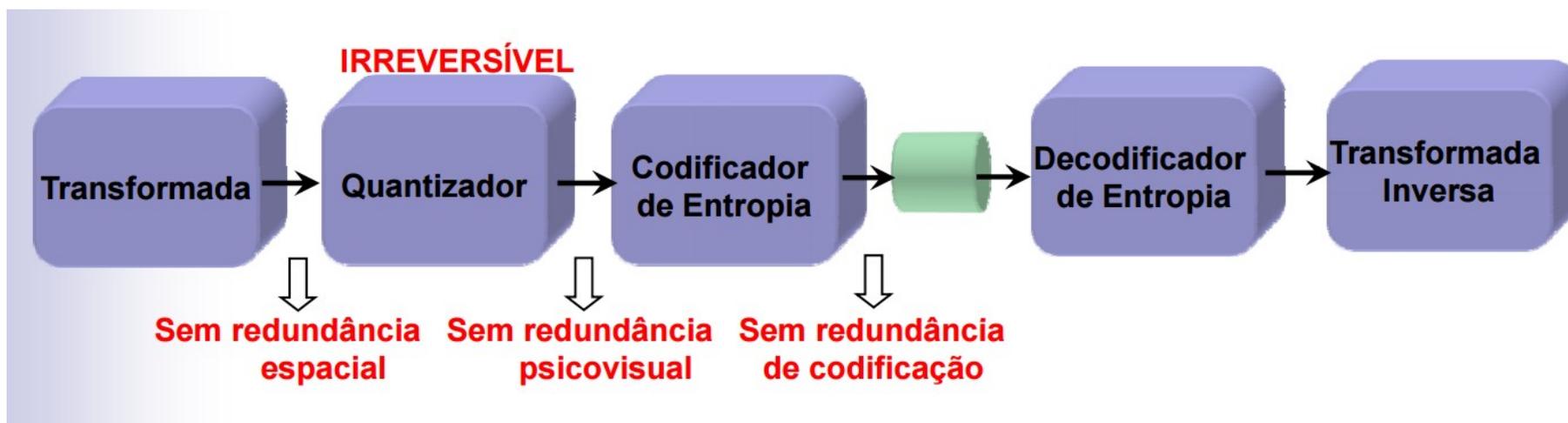




Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Métodos de Compressão

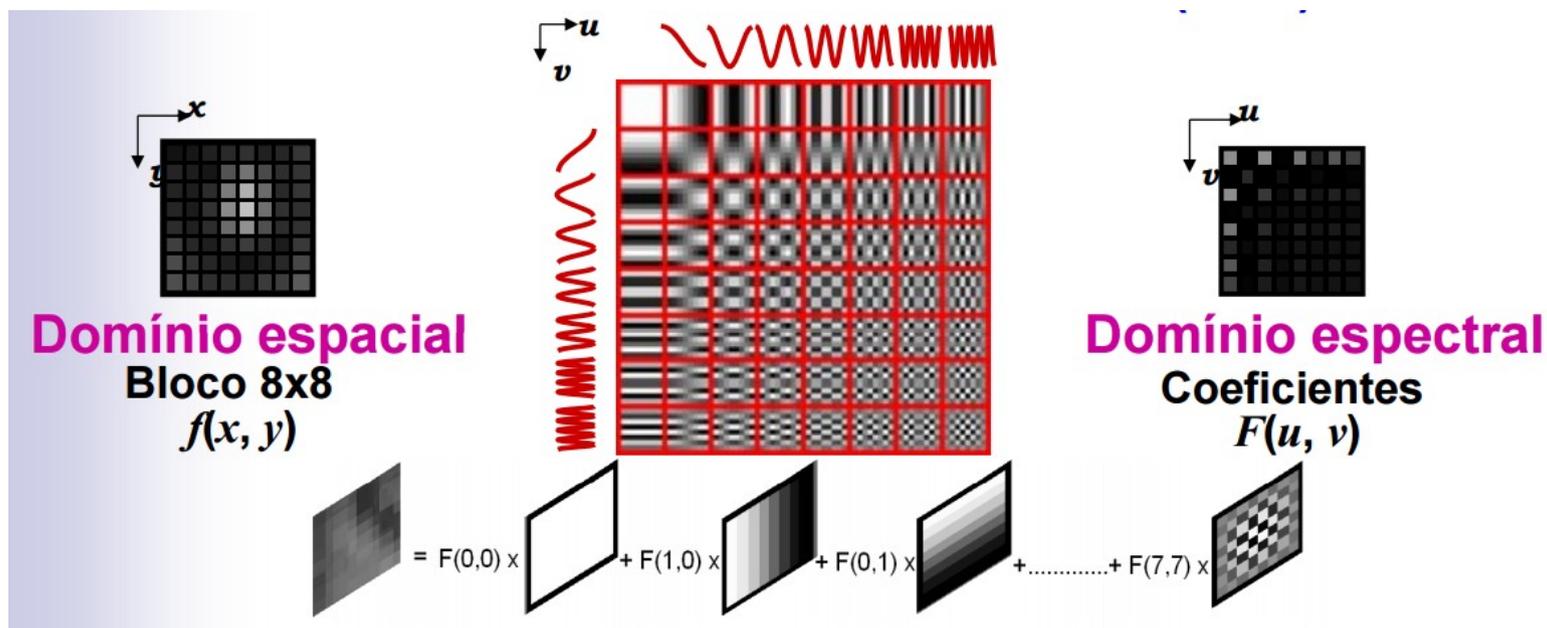
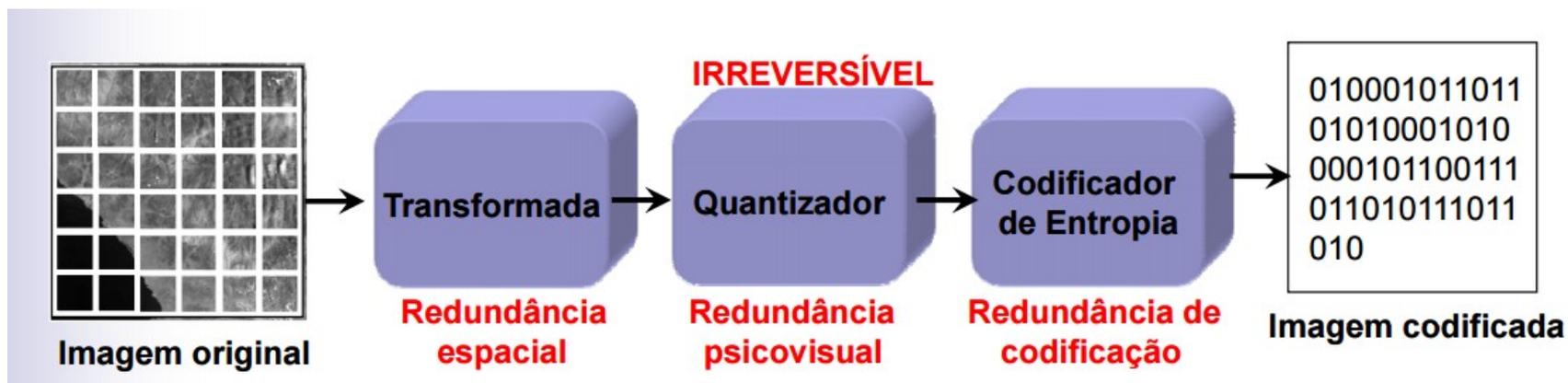
- Domínio da Frequência
- Métodos baseados em transformadas





Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

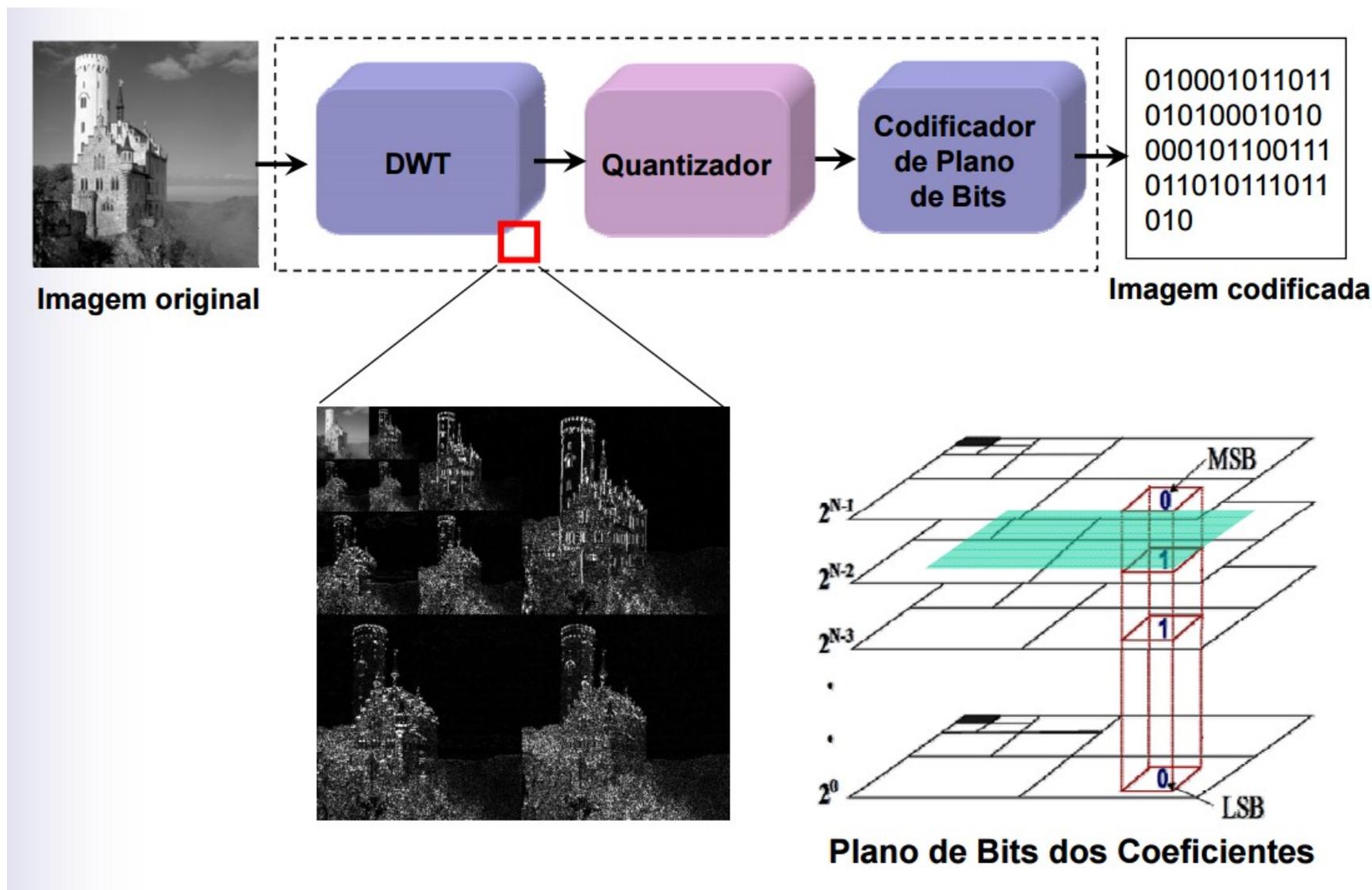
DCT – Transformada Discreta do Cosseno





Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

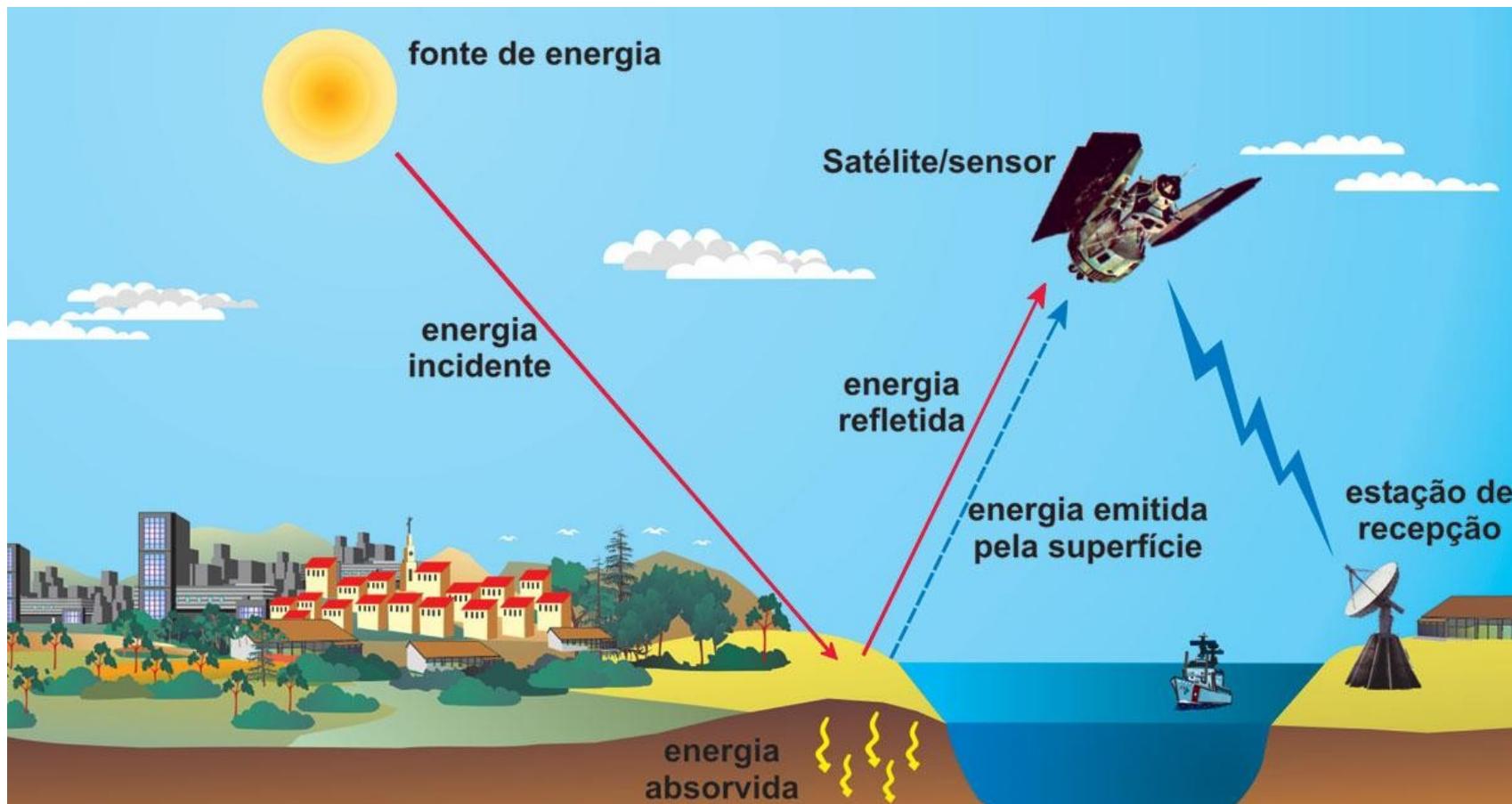
DWT – Transforma Discreta de Wavelet





Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Observação da Terra





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

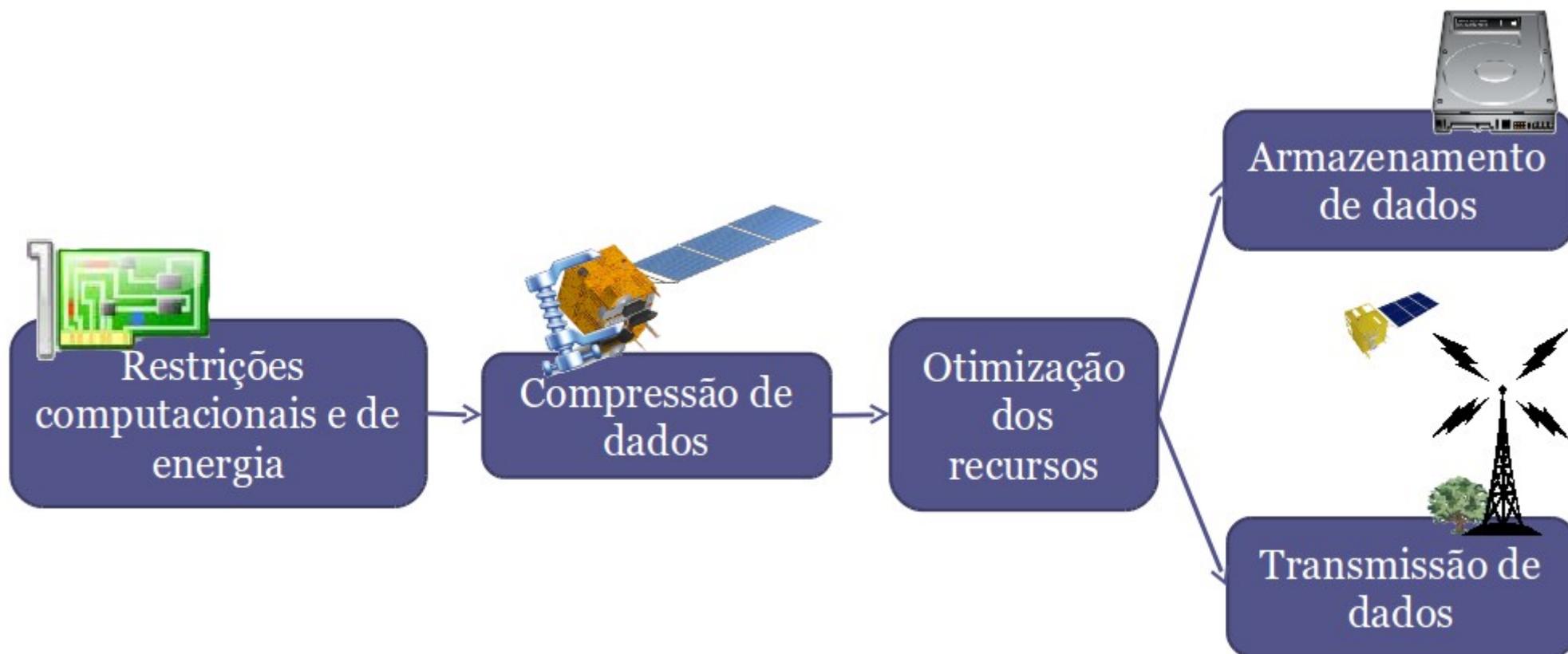
Requisitos de Compressão Embarcada

- 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

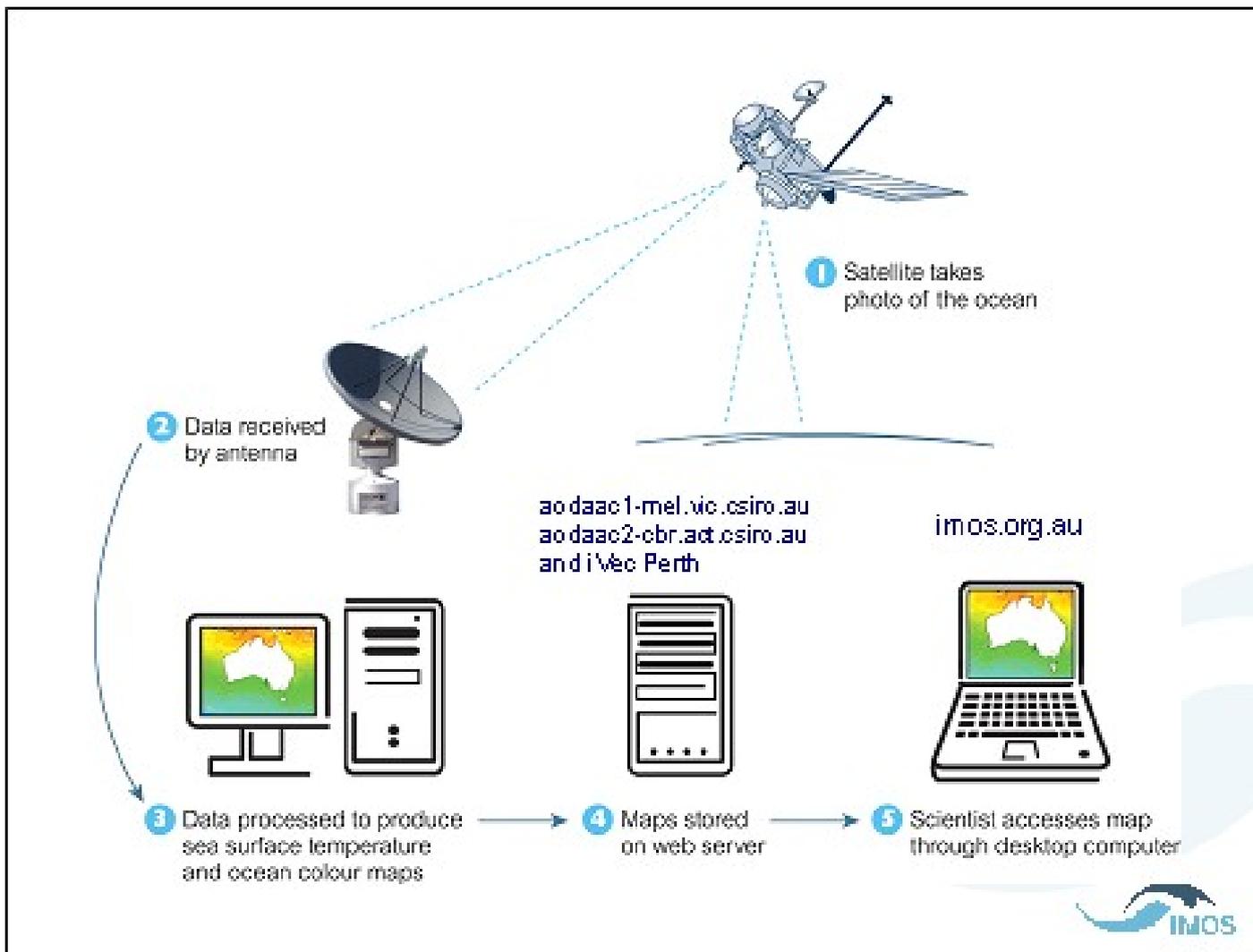
Fluxo de Dados





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



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

Considerações Finais e Agradecimentos



Compressão de Imagens de Satélites: Embarcada e em Solo

Alguns slides foram baseados nos seguintes trabalhos realizados anteriormente no INPE

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

E

http://wiki.dpi.inpe.br/lib/exe/fetch.php?media=workshopvants:workshopvants:slidecompressao_workshopvant_jun2012.pdf

Agradecemos ao autores por disponibilizarem os materiais