

XIII Colóquio Brasileiro
de Ciências
Geodésicas • 2024

Universidade Federal do Paraná

25 Anos

*Conectando mentes e
provendo conhecimento*

MÉTODO PAN-SHARPENING AUTOENCODER CONVOLUCIONAL PARA ÍNDICES ESPECTRAIS EM IMAGENS LANDSAT 8

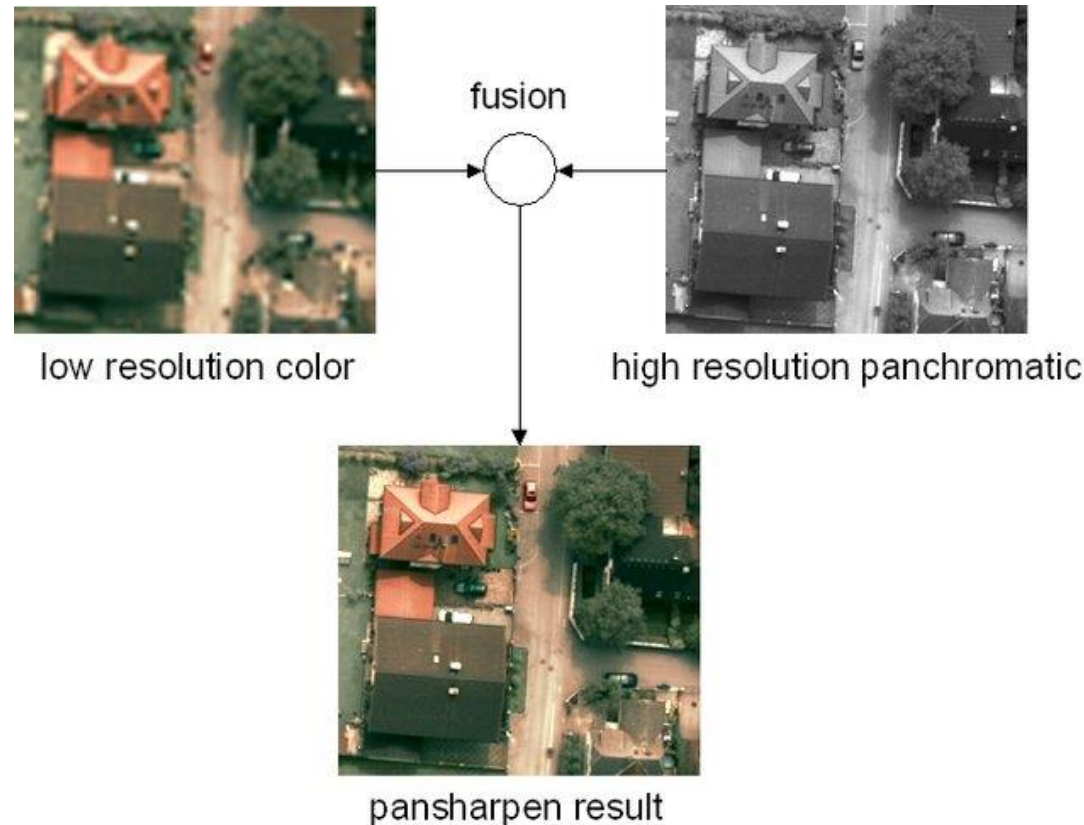
Jessica da Silva Costa¹, Hideo Araki²

¹Universidade Federal do Paraná - UFPR – jessica.dsilvacosta@gmail.com

²Universidade Federal do Paraná - UFPR – haraki@ufpr.br

Pan-sharpening

- Pan-sharpening (PS), que significa *panchromatic sharpening*, é usado para integrar os detalhes geométricos da imagem pancromática (PAN) de alta resolução espacial e as informações espectrais da imagem multiespectral (MS) de baixa resolução espacial para obter uma imagem MS de alta resolução.



Pan-sharpening

Benefícios

O pan-sharpening oferece diversos benefícios, incluindo a capacidade de visualizar detalhes mais finos em imagens de sensoriamento remoto, como a estrutura de vegetação, padrões de uso do solo e características hidrográficas.



Non Pansharpened



Pansharpened

Aplicações

O pan-sharpening é amplamente utilizado em diversas áreas, como monitoramento ambiental, agricultura de precisão, mapeamento urbano e gestão de desastres.

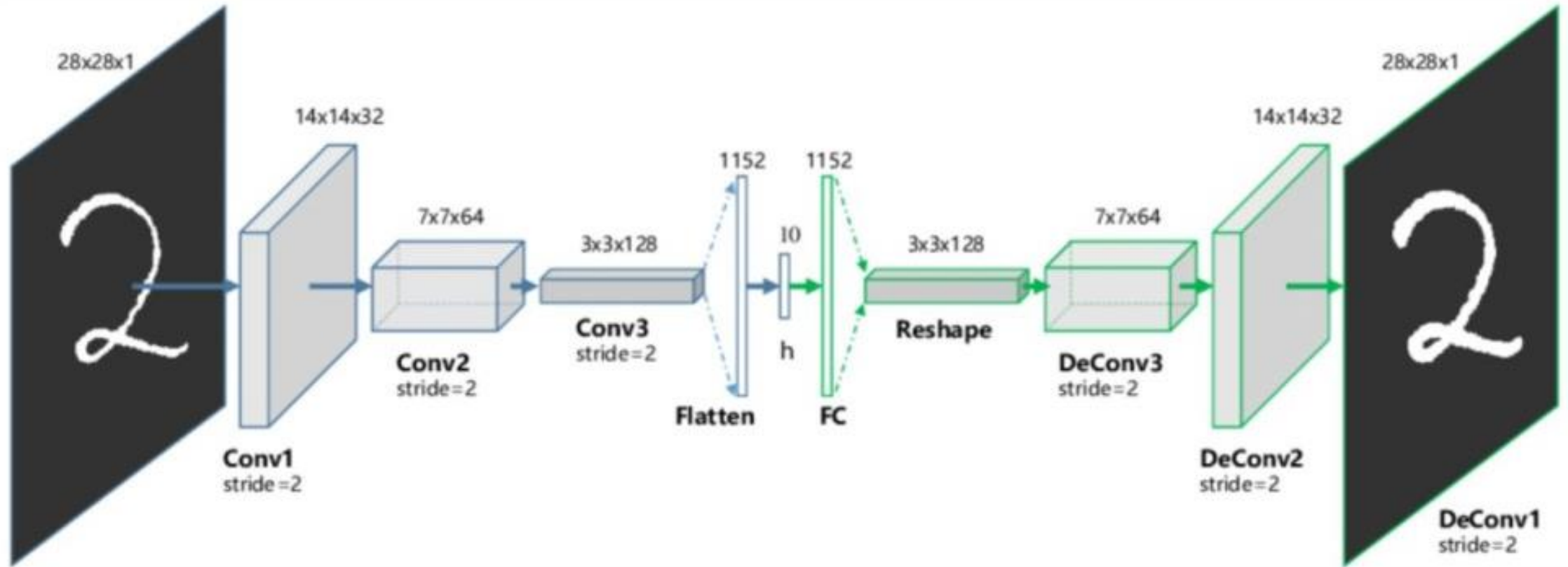
Pan-sharpening

- Os métodos de PS podem ser agrupados em quatro categorias principais:
 - 1) Substituição de componentes (Component substitution - CS)
 - 2) Análise multiresolução (Multiresolution Analysis - MRA)
 - 3) Otimização variacional (Variational Optimization - VO)
 - 4) Deep learning (DL)
- As categorias CS e MRA = abordagens clássicas e tradicionalmente utilizadas
- As categorias VO e DL = principais linhas emergentes de pesquisa nos últimos anos

Pan-sharpening

- Alguns métodos de PS apresentam distorções espectrais e espaciais que influenciam nas análises subsequentes.
- Recentemente, métodos de *Pansharpening* baseados em Deep Learning utilizando **Autoencoders Convolucionais (CAE)** foram desenvolvidos e mostraram uma grande capacidade de preservar simultaneamente os detalhes espaciais e as características espectrais das imagens pan-sharpened.

Autoencoder Convolucional



Objetivo

Desenvolver um método PS baseado em autoencoder convolucional (CAE) para imagens Landsat 8 e avaliar o seu desempenho no cálculo de índices espectrais.

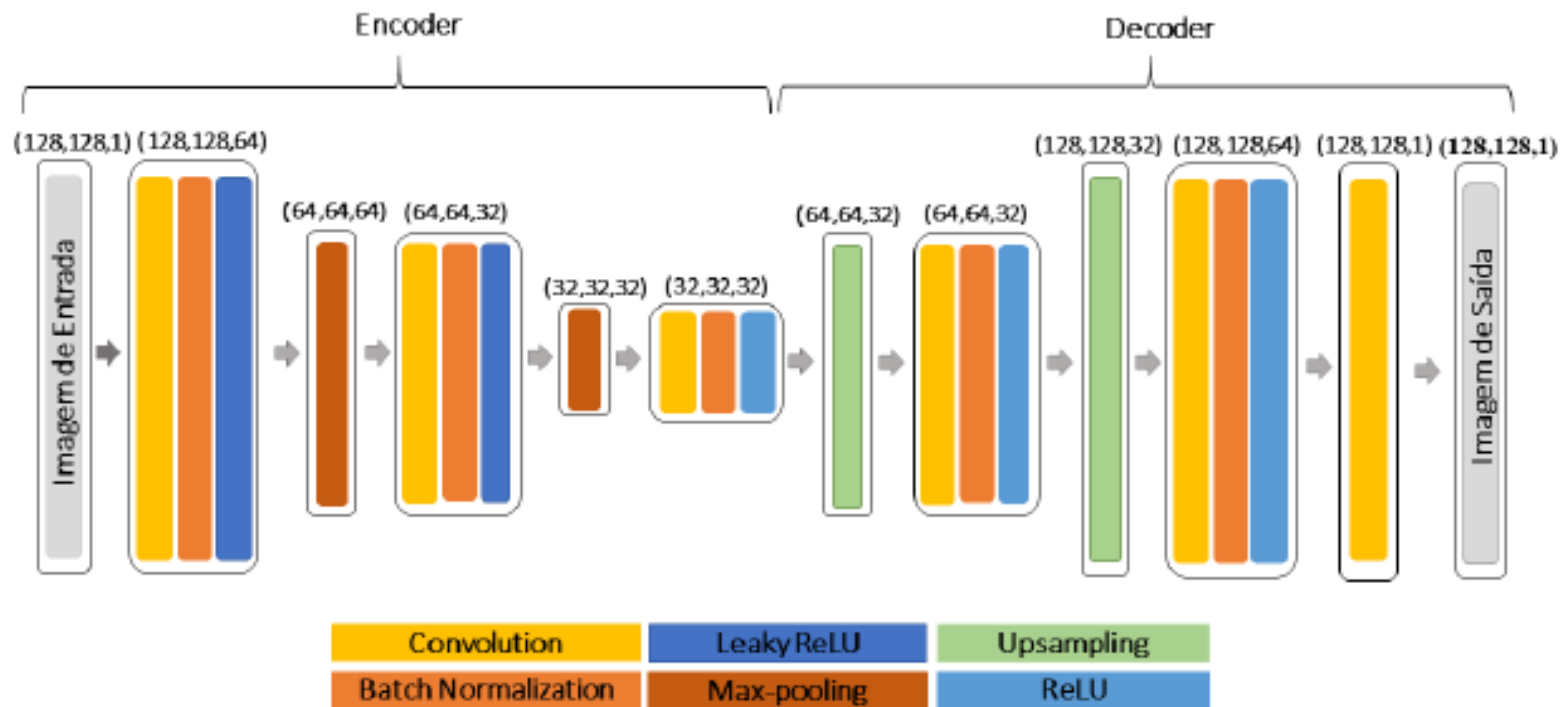
Metodologia

- Imagens do sensor **Landsat 8/OLI** (Coleção 2, Nível 1)
 - Imagens pancromáticas (PAN) de resolução espacial de 15m
 - Imagens multiespectrais (MS) de resolução espacial de 30m, contendo 4 bandas (*Blue, Green, Red e NIR*)
 - Resolução radiométrica de 16 bits
- Localizadas no município de Curitiba, no Estado do Paraná

Metodologia

A relação entre a imagem PAN e sua forma degradada é aprendida pela rede.

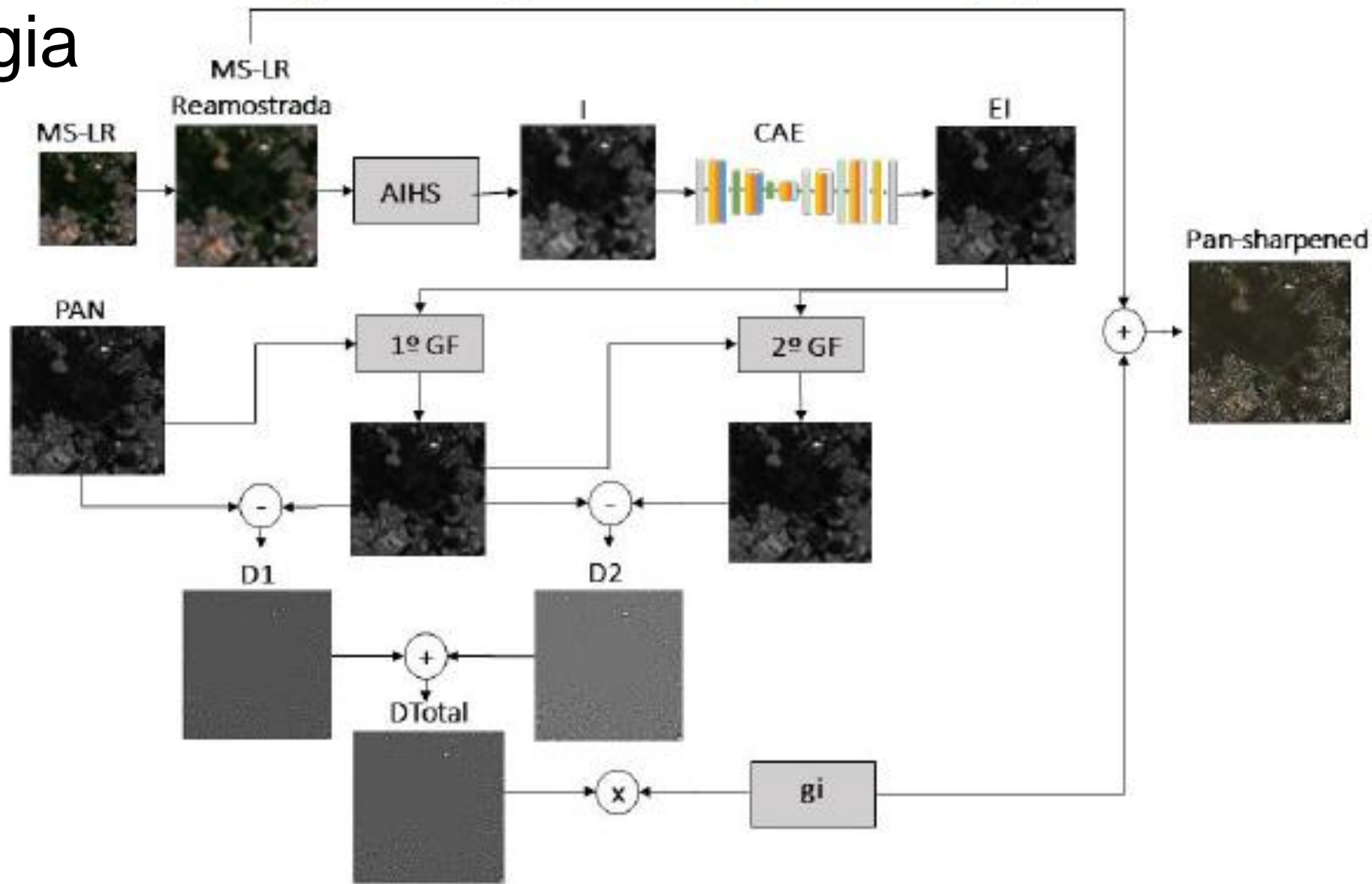
- Treinamento = 558 imagens
- Teste = 274 imagens
- Épocas = 1000
- Tempo de processamento = 3004,536s (aprox. 57 min)
- GPU Nvidia Tesla T4 fornecida pelo Google Colab.



Fonte: Autor (2024).

Metodologia

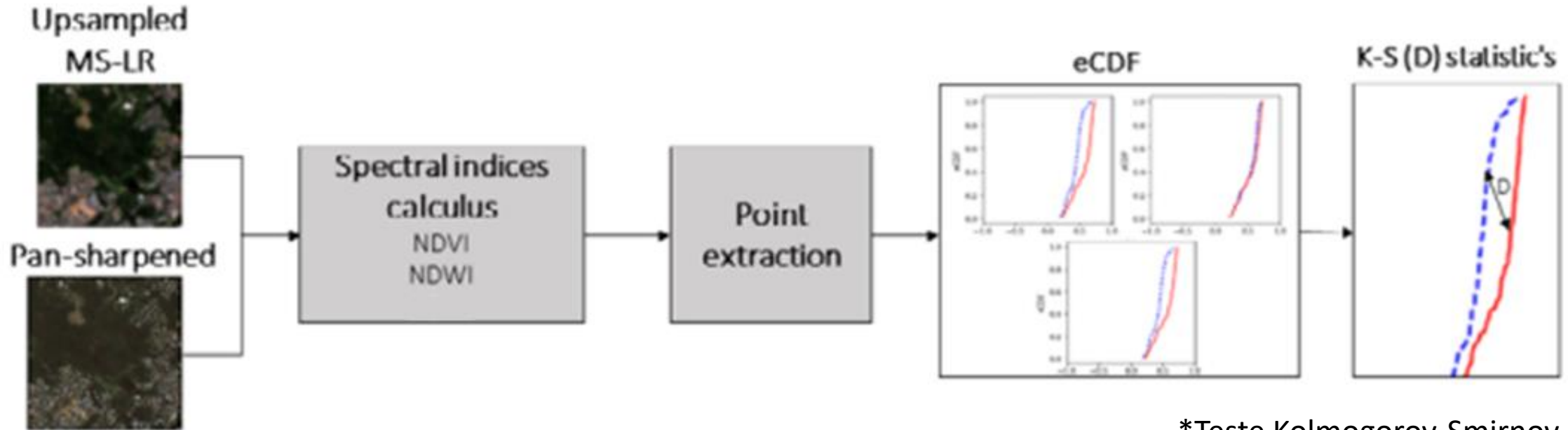
Figura 2 - Fluxograma metodológico do método proposto.



Fonte: Autor (2024).

Metodologia

- Análise da performance dos métodos PS



*Teste Kolmogorov-Smirnov (K-S)

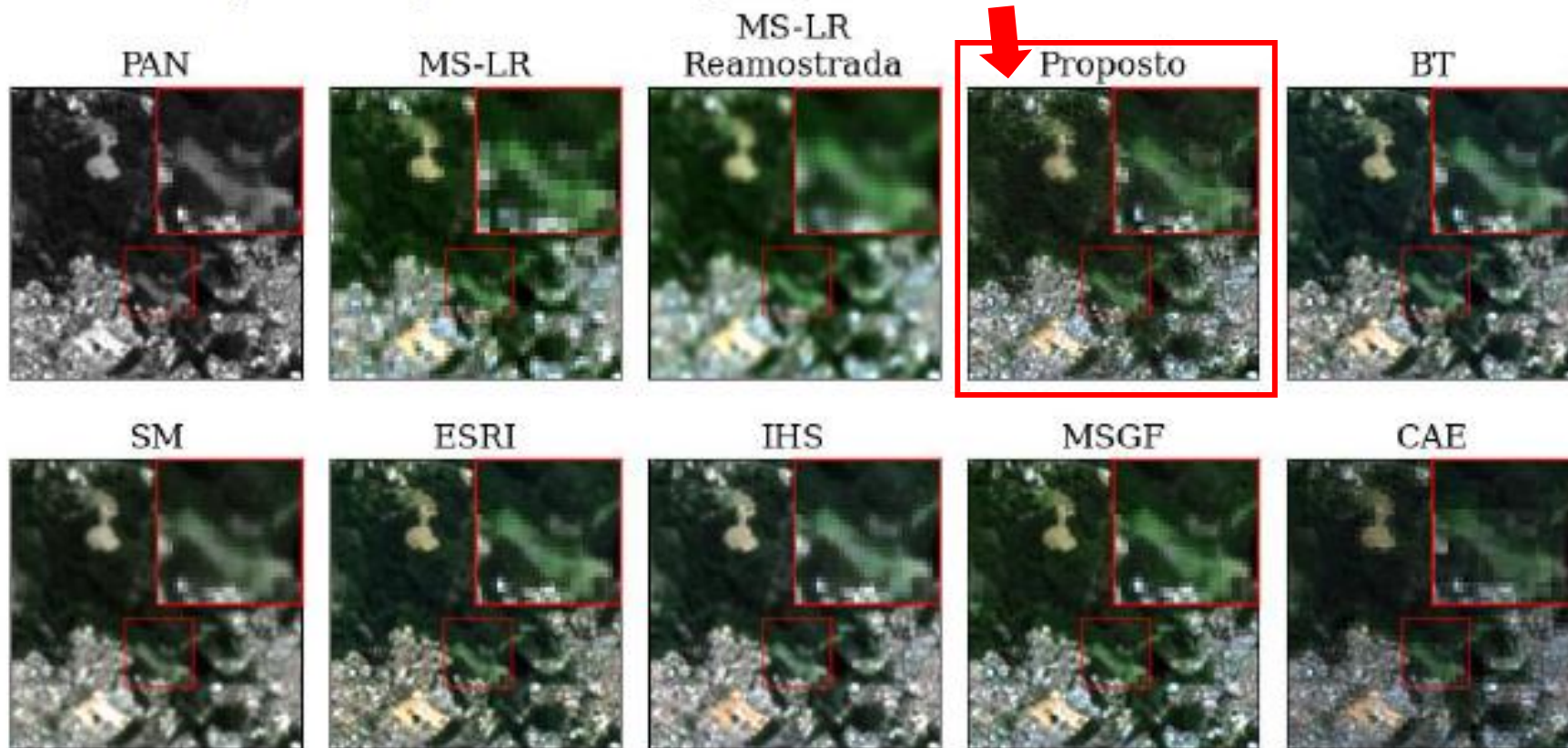
Se o p-valor do teste K-S for estatisticamente significativo (ou seja, $<0,05$), pode-se concluir que as imagens MS originais e pan-sharpened são diferentes e que o método utilizado é, portanto, ineficaz.

Metodologia

- Os resultados foram comparados com um conjunto de métodos de PS:
 - Transformação de Brovey (BT)
 - Média Simples (SM)
 - ESRI
 - *Intensity-Hue-Saturation (IHS)*
 - Filtro Guiado Multiescala (MSGF)
 - Convolutional Autoencoder (CAE)

Resultados

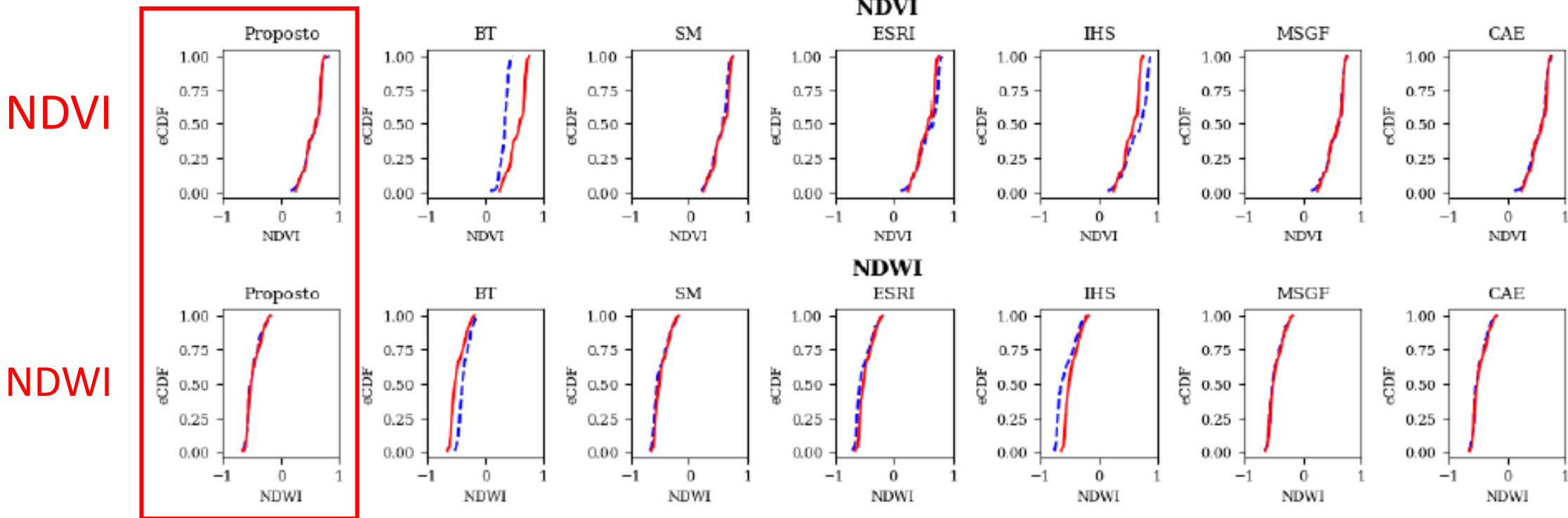
Figura 3 - Resultados pan-sharpened na composição de cores reais vermelho, verde e azul (RGB).



Fonte: Autor (2024).

Resultados

Figura 4 - Gráficos eCDF dos valores NDVI e NDWI. A linha vermelha mostra o eCDF da imagem MS-LR, enquanto a linha azul tracejada mostra o eCDF da imagem pan-sharpened.



Fonte: Autor (2024).

Resultados

Tabela 1 - Resultados do teste K-S.

Índices Espectrais	Métodos Pan-sharpening	K-S	p-valor
NDVI	Proposto	0,06	0,9942
	BT	0,77	<0,0001
	SM	0,27	0,0013
	ESRI	0,31	0,0001
	IHS	0,47	<0,0001
	MSGF	0,07	0,9684
	CAE	0,10	0,7021
NDWI	Proposto	0,06	0,9942
	BT	0,55	<0,0001
	SM	0,21	0,0024
	ESRI	0,32	<0,0001
	IHS	0,51	<0,0001
	MSGF	0,09	0,8154
	CAE	0,08	0,9084

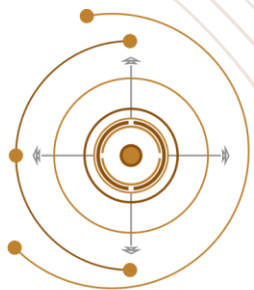
Fonte: Autor (2024).

Conclusões

- Os resultados mostraram, por meio de análise estatística, que o método proposto é eficaz para calcular os índices NDVI e NDWI.
- A análise visual mostra que o método proposto atinge maior preservação espectral em comparação à imagem original, em comparação a outros métodos.
- Podemos, portanto, concluir que o método proposto tem grande potencial para preservar as informações espaciais da imagem PAN e as informações espectrais da imagem multiespectral original durante seu processo de pan-sharpening, bem como para calcular índices espectrais.

Estudos futuros

- Aplicação desse método para calcular outros índices espectrais, como o Índice de Vegetação Aprimorado (EVI), o Índice de Área Foliar (LAI), o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) e o Índice de Umidade de Diferença Normalizada (NDMI).
- O uso desse método em outras imagens de resolução moderada, como as imagens Sentinel-2, que estão disponíveis gratuitamente, e que possuem imagens multiespectrais com uma resolução de 10 m e não têm uma imagem PAN.
- Comparar o desempenho do método proposto com outros métodos de pan-sharpening de *Deep learning (DL)* e de Otimização Variacional desenvolvidos recentemente.



XIII Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas • 2024

Universidade Federal do Paraná

25 Anos

*Conectando mentes e
provendo conhecimento*

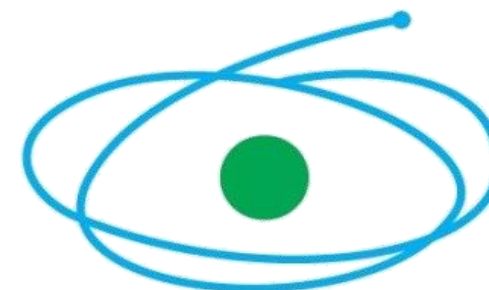
AGRADECIMENTOS



PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIAS GEODÉSICAS



UFPR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ



CAPES

REALIZAÇÃO



Curitiba, 26 a 29 de novembro de 2024