

# Atividade 02 – Interpolação de Imagens



**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Paraíba

---

Campus  
João Pessoa

**Disciplina:**  
Processamento Digital de  
Imagens

**Alunos:**  
Maria Eduarda Noberto  
Walisson da Silva Soares

Setembro – 2018

# Sumário

---

Introdução

Fundamentação Teórica

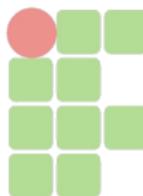
    Informação Espacial

    Interpolação de Imagens

    Métodos de Avaliação Objetiva

Metodologia

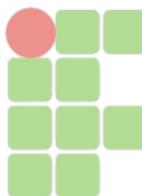
Resultados



# Introdução

---

- As imagens de modo geral podem passar diversos processos como ampliação, redução e outros;
- A discretização dos dados analógicos em digitais na concepção da imagem faz com que muita informação seja perdida, conduzindo à necessidade de se estimar valores para que se forme uma imagem com resolução adequada.



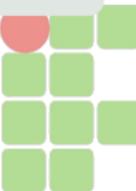
# Introdução

---

- A interpolação de imagens digitais é basicamente criar novos *pixels* a partir dos *pixels* já existentes;
- Ampliação, redução, rotação e correções geométricas.

## Objetivo

Este trabalho apresenta uma proposta de realizar a interpolação de imagens com tamanhos diferentes, comparando métodos de interpolação alternativos, a fim de analisar o melhor método.



# Informação Espacial

---

- Um indicador de energia de borda.
- Comumente usado como base para estimar complexidade de uma imagem.

$$SI_r = \sqrt{s_h^2 + s_v^2} \quad (1)$$

- $s_h$  e  $s_v$  são matrizes que contém o gradiente da imagem original na escala de cinza obtidas a partir do operador de *Sobel*, nos sentidos horizontal e vertical, respectivamente.
- As medidas de SI comumente usadas para caracterizar a complexidade da imagem são média, RMS e desvio padrão de os valores de  $SI_r$  em todos os *pixels* da imagem.



# Informação Espacial

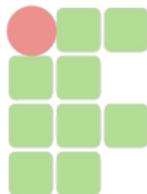
---

$$SI_{mean} = \frac{1}{P} \times \sum SI_r \quad (2)$$

$$SI_{rms} = \sqrt{\frac{1}{P} \times \sum SI_r^2} \quad (3)$$

$$SI_{stdev} = \sqrt{\frac{1}{P} \times \sum SI_r^2 - SI_{mean}^2} \quad (4)$$

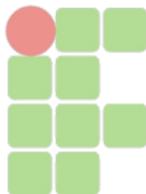
- Em que,  $P$  é o número de *pixels* da imagem.



# Interpolação de Imagens

---

- Um processo que utiliza dados conhecidos para estimar valores em pontos desconhecidos.
- Em imagens, pode ser utilizada para a mudança de escalas, morfismos ou para rotações.
- É formado de duas fases:
  - Reamostragem: a imagem é redimensionada.
  - Interpolação: os valores desconhecidos são calculados a partir de algum método matemático.



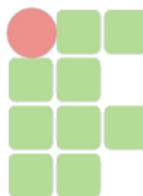
# Interpolação de Imagens

## Interpolação por Vizinho mais Próximo

---

- Também conhecido por *pixel replication*.
- Atribui a cada nova posição o valor do pixel do seu vizinho mais próximo na imagem original.

$$V(x, y) = \begin{bmatrix} 8 & 8 & 8 & 5 & 5 & \dots & 7 \\ 8 & 8 & 8 & 5 & 5 & \dots & 7 \\ 8 & 8 & 8 & 5 & 5 & \dots & 7 \\ 4 & 4 & 4 & 2 & 2 & \dots & 3 \\ 4 & 4 & 4 & 2 & 2 & \dots & 3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 6 & 6 & 6 & 1 & 1 & \dots & 9 \end{bmatrix}$$

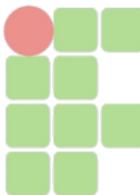


# Métodos de Avaliação Objetiva

## MSE

- A média do quadrado da intensidade dos *pixels* da imagem original (entrada) e os *pixels* da imagem interpolada (saída).
- $e(m, n)$  é a diferença entre o *pixel* da imagem original e o *pixel* da imagem interpolada.

$$MSE = \frac{1}{NM} \sum_{M=0}^{M-1} \sum_{N=0}^{N-1} e(m, n)^2 \quad (5)$$



# Métodos de Avaliação Objetiva

## PSNR

---

- Do inglês, *Peak Signal Noise Ratio*;
- Indica uma relação entre o valor máximo de potência de um sinal, e a potência do ruído;
- Interpolação de imagens  $\Rightarrow$  Compara-se a imagem original  $I$  com a imagem interpolada  $I'$ .
- Quanto maior o valor do PSNR, melhor será a avaliação para o método de interpolação

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{k \times l} \sum_{x=0}^{k-1} \sum_{y=0}^{l-1} (I'(x, y) - I(x, y))^2}$$

(6)

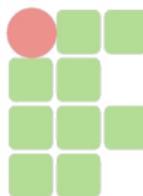
$$PSNR = 20 \times \log \left( \frac{MAX_i}{RMSE} \right)$$

(7)

# Métodos de Avaliação Objetiva

## SSIM

- Índice de Similaridade Estrutural;
- Uma métrica que quantifica a perda na qualidade de imagem, causada pelo processamento, como compressão de dados ou perdas na transmissão de dados.
- Mais conhecido na indústria de vídeo, mas tem fortes aplicações para fotografia.
- O SSIM é baseado em estruturas visíveis na imagem.



# Metodologia

## Obtenção das Imagens

---

- Três imagens com duas resoluções espaciais diferentes:
  - 640 × 426
  - 1280 × 853
- Obtidas do [Pixabay](#):
  - Site que permite o download de fotos e vídeos livres de direitos autorais e em diferentes resoluções.



(a) Imagem 1 – Telefone.



(b) Imagem 2 – Girassol.



(c) Imagem 3 – Berlin.

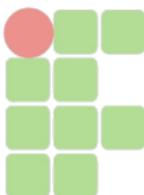
# Metodologia

## Cálculo da Informação Espacial

---

Tabela: Informação espacial das imagens escolhidas.

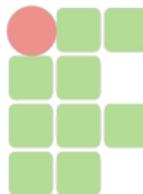
<b>Imagen</b>	<b>Descrição</b>	$SI_{mean}$	$SI_{RMS}$	$SI_{stdev}$
1	Telefone	11.575888	27.831632	25.310049
2	Girassol	27.211192	46.353823	37.526363
3	Berlin	54.176627	69.996299	44.321270



# Metodologia

## Interpolação das Imagens

- Duas etapas:
  - Interpolação para ampliar as imagens:  $640 \times 426 \Rightarrow 1280 \times 853$ ;
  - Interpolação para reduzir as imagens:  $1280 \times 853 \Rightarrow 640 \times 426$ .
- Três tipos de interpolação:
  - Vizinho mais próximo
  - Linear
  - Cúbica
- Parâmetros de avaliação objetiva:
  - MSE
  - PSNR
  - SSIM



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

Imagen 1



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

Imagen 1 – Interpolação por Vizinho Mais Próximo



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

Imagen 1 – Interpolação Linear



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

Imagen 1 – Interpolação Cúbica



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

Imagen 2



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

### Imagen 2 – Interpolação por Vizinho Mais Próximo



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

### Imagen 2 – Interpolação Linear



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

### Imagen 2 – Interpolação Cúbica



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

Imagen 3



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

### Imagen 3 – Interpolação por Vizinho Mais Próximo



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

### Imagen 3 – Interpolação Linear



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

### Imagen 3 – Interpolação Cúbica



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

### Imagen 3 – Interpolação por Vizinho Mais Próximo



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

### Imagen 3 – Interpolação Linear



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

### Imagen 3 – Interpolação Cúbica

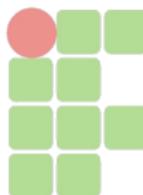


# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

Tabela: Análise objetiva da interpolação das imagens ( $640 \times 426$  para  $1280 \times 853$ ).

Métrica	MSE			PSNR			SSIM		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Vizinho	68.884	174.582	806.637	29.750	25.711	19.064	0.938	0.845	0.705
Linear	34.774	109.509	528.087	32.718	27.736	20.904	0.961	0.875	0.763
Cúbica	31.975	98.613	481.977	33.083	28.191	21.301	0.959	0.886	0.798



# Resultados

## Interpolação para Redução de Imagens

Imagen 1



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

Imagen 1 – Interpolação por Vizinho Mais Próximo



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

### Imagen 1 – Interpolação Linear



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

Imagen 1 – Interpolação Cúbica



# Resultados

## Interpolação para Redução de Imagens

Imagen 2



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

### Imagen 2 – Interpolação por Vizinho Mais Próximo



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

### Imagen 2 – Interpolação Linear



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

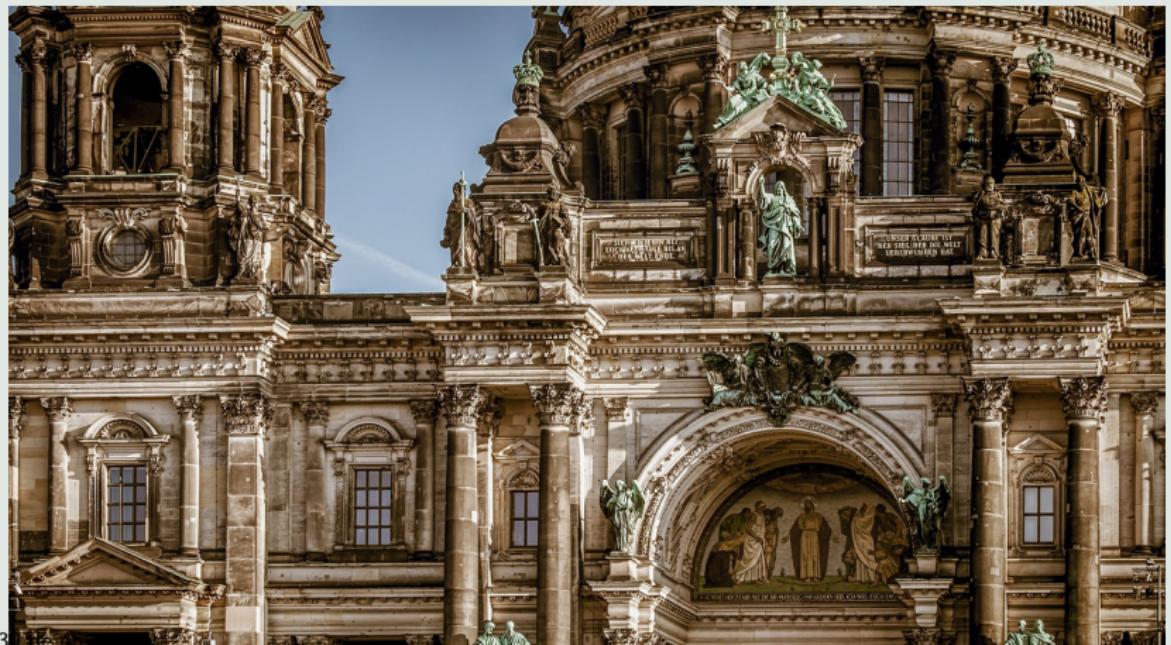
### Imagen 2 – Interpolação Cúbica



# Resultados

## Interpolação para Redução de Imagens

Imagen 3



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

### Imagen 3 – Interpolação por Vizinho Mais Próximo



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

### Imagen 3 – Interpolação Linear



# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

### Imagen 3 – Interpolação Cúbica

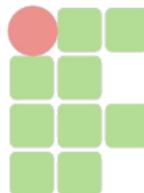


# Resultados

## Interpolação para Ampliação de Imagens

Tabela: Análise objetiva da interpolação das imagens ( $1280 \times 853$  para  $640 \times 426$ ).

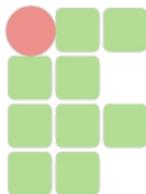
Métrica	MSE			PSNR			SSIM		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Viz. + Próx.	119.827	352.790	981.733	27.345	22.656	18.211	0.928	0.815	0.716
Linear	11.383	48.469	135.953	37.568	31.276	26.797	0.983	0.947	0.948
Cúbica	16.929	64.002	228.465	35.844	30.069	24.543	0.979	0.938	0.926



# Conclusão

---

- A interpolação apresenta uma melhor qualidade quando a imagem interpolada apresenta um baixo nível de informação espacial. Quanto mais alta a informação, menor a qualidade da interpolação.
- A interpolação cúbica apresentou, em geral, um resultado superior, independente do nível de informação da imagem, quando se deseja realizar a ampliação de uma imagem.
- Na redução de imagens, a técnica de interpolação linear apresenta um desempenho superior.



---

# Obrigado pela atenção!

Maria Eduarda

[m.eduardanoberto@hotmail.com](mailto:m.eduardanoberto@hotmail.com)

Walisson Silva

[www.walissonsilva.com](http://www.walissonsilva.com)

