

UNIVERSIDADE TIRADENTES

Curso: Ciência da Computação

Bernardo Rafael Castro Rezende

Breno Ramon Santana dos Santos

Christiano Brito Mota

Pedro Felipe Pereira Santos

Raphael Vinícius Batista Uchoa Dias

Vinicius Américo Damasceno Feitoza

COMPARAÇÃO DE IMAGEM SIMPLES

Aracaju, Sergipe 2025

Bernardo Rafael Castro Rezende
Breno Ramon Santana dos Santos
Christiano Brito Mota
Pedro Felipe Pereira Santos
Raphael Vinícius Batista Uchoa Dias
Vinicius Américo Damasceno Feitoza

COMPARAÇÃO DE IMAGEM SIMPLES

**Trabalho apresentado como
pré-requisito parcial para conclusão
de projeto da Unidade I na disciplina
Processamento de Imagens de
Computação Gráfica do curso:
Ciência da Computação da
Universidade Tiradentes.**

Professora: Layse Santos Souza

Aracaju, Sergipe 2025

Sumário

1. Introdução	3
2. Justificativa	3
3. Objetivos	3
3.1 Objetivo Geral	3
3.2 Objetivos Específicos	3
4. Metodologia	4
4.1 Comparação de Imagem Simples	4
4.2 Funcionalidades Principais	4
5. Requisitos	4
5.1 Requisitos Funcionais	4
5.2 Requisitos Não Funcionais	5
6. Técnicas e Desafios	5
6.1 Técnicas Comuns	5
6.2 Técnicas Adicionais Aplicáveis	5
6.3 Desafios Comuns	6
7. Distribuição e Responsabilidades do Grupo	6
8. Fluxo de Processamento	6
9. Funções, Bibliotecas e Tecnologias	7
9.1 Back-end	7
9.2 Front-end	8
10. Resultados e Discussões	8
10.1 Impacto dos diferentes pré-processamentos (brilho, contraste, filtros) nas métricas de comparação	8
10.2 Limitações da Diferença Média em relação ao SSIM	9
11. Conclusões	14
Referências	15

1. Introdução

O presente projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema para comparar imagens de forma simples e intuitiva. A proposta visa atender às necessidades de estudantes e profissionais da área de Comunicação e Design que necessitam identificar rapidamente diferenças entre versões de imagens, proporcionando um ambiente visual para análise e aprendizado sobre técnicas de processamento digital de imagens.

2. Justificativa

A Comparação de Imagens Simples é essencial para aplicações tecnológicas avançadas até melhorias na experiência do usuário. Ela pode ser utilizada para detectar alterações e fraudes, checando a foto por um usuário para: ver se corresponde à suas documentações, além de pixels removidos e mudanças na paisagem; Identificar duplicatas e eliminar imagens repetidas, organizando fotos, agrupando e organizando; Garantir uma boa qualidade, redimensionando ou comprimindo e pode ser usada para analisar dados visuais, raios-X, exames, entre outros para poder tomar decisões seguras

3. Objetivos

3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema de comparação de imagens simples, com interface intuitiva, que permita ao usuário visualizar diferenças entre imagens de forma eficiente e didática.

3.2 Objetivos Específicos

- Implementar uma interface amigável para upload e exibição de imagens.
- Aplicar métricas de comparação como diferença absoluta e SSIM.
- Incluir edições básicas opcionais para gerar imagens comparativas.
- Garantir compatibilidade com os formatos .jpg, .jpeg e .png.
- Avaliar desempenho e precisão do sistema.

4. Metodologia

4.1 Comparação de Imagem Simples

É uma técnica utilizada para identificar semelhanças e diferenças entre duas imagens. Alguns exemplos são ferramentas online que realçam modificações como cor, posição ou ausência de elementos e processos automatizados que convertem imagens em dados, como histogramas ou descritores de textura, facilitando comparações quantitativas.

4.2 Funcionalidades Principais

- Implementação dos Imports: Utiliza as funções e bibliotecas base propostas na documentação da Unidade I.
- Cálculo de Métricas: Compara imagens usando Diferença Média e SSIM (Structural Similarity Index).
- Análise de Ruído: Calcula o índice de ruído residual (Pendente de definição).
- Mapa Visual de Diferenças: Gera um mapa que destaca visualmente as áreas onde as imagens mais divergem.
- Ranking de Qualidade: Cria um ranking automático de qualidade de pré-processamento entre as imagens analisadas.
- Exportação de Resultados: Registra todos os resultados e o ranking em um arquivo .csv.

5. Requisitos

5.1 Requisitos Funcionais

- RF01 - O sistema deve permitir o upload de duas imagens (original e editada).
- RF02 - O sistema deve validar o formato das imagens (.jpg, .jpeg, .png).
- RF03 - O sistema deve apresentar opções de edição (brilho, contraste, rotação, redimensionamento).
- RF04 - O sistema deve realizar comparação entre imagens e exibir resultados.
- RF05 - O sistema deve permitir desfazer e refazer edições.

- RF06 - O sistema deve exibir imagens lado a lado e o mapa de diferenças.

5.2 Requisitos Não Funcionais

- RNF01 - A interface deve ser clara, responsiva e ser testada e validada para usabilidade em navegadores mobile.
- RNF02 - O sistema deve apresentar tempo de resposta inferior a 2 segundos por operação para imagens de até 10MP.
- RNF03 - Deve ser compatível com navegadores modernos e sistemas operacionais principais.
- RNF04 - O armazenamento temporário das imagens deve ser seguro.
- RNF05 - O sistema deve ter alta disponibilidade e estabilidade.

6. Técnicas e Desafios

6.1 Técnicas Comuns

- Comparação visual direta.
- Análise de histogramas.
- Características locais ou globais.
- Similaridade Estrutural (SSIM).

6.2 Técnicas Adicionais Aplicáveis

- Embeddings de DL (Alta precisão, contextos complexos, spawn reconhecimento);
- Forma e transformadas (Comparar objetos de forma ou contorno);
- Hash Perceptual (Grandes volumes, detectar duplicatas ou imagens similares);
- Pixel-wise simples (Soma de Diferenças Absolutas);
- Filtro Gaussiano (Suavização da imagem através da média ponderada de pixels vizinhos).

6.3 Desafios Comuns

- Iluminação variável.
- Ruído e distorções.

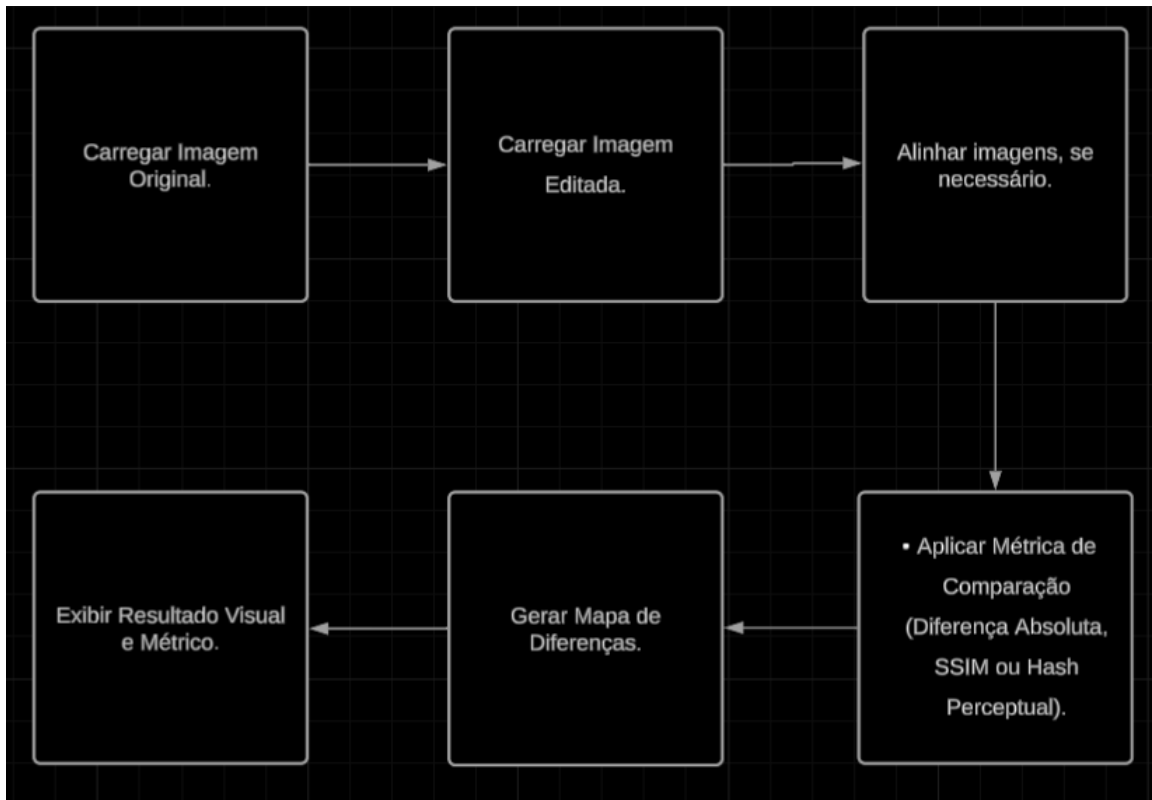
7. Distribuição e Responsabilidades do Grupo

- Bernardo Rafael – Implementação das funções de edição.
- Breno Ramon – Testes de usabilidade e correção de bugs.
- Pedro Felipe – Documentação técnica e revisão textual.
- Raphael Vinícius – Design e layout da interface.
- Christiano Brito – Integração entre módulos e bibliotecas.
- Vinícius Américo – Coordenação e supervisão geral do projeto.
- Todos os integrantes - Apresentação do Projeto.

8. Fluxo de Processamento

O fluxo de processamento do sistema segue as seguintes etapas:

- Carregar Imagem Original.
- Carregar Imagem Editada.
- Alinhar imagens, se necessário.
- Aplicar Métrica de Comparação (Diferença Absoluta, SSIM ou Hash Perceptual).
- Gerar Mapa de Diferenças.
- Exibir Resultado Visual e Métrico.



Representação visual do Fluxo de Processamento.

9. Funções, Bibliotecas e Tecnologias

9.1 Back-end

- Linguagem: Python
- Ambiente: Google Colab / Visual Studio
- Bibliotecas Principais:
 - OpenCV (cv2) : Para leitura e manipulação de imagens (leitura, cvtColor, bitwise_xor).
 - NumPy: Para computação numérica e manipulação de arrays.
 - Matplotlib: Para exibição de imagens.
 - Scikit-image (skimage): Para funções específicas como rotate e structural_similarity (SSIM).
 - Pandas: Para criação do ranking e exportação para .csv.

9.2 Front-end

Para o Front-end, foi utilizado as seguintes tecnologias:

- JavaScript: Utilizado para implementar a arquitetura e configurações de funcionalidades, gerenciando toda a interação do usuário com o sistema e na validação de entradas (input).
- Framework Next.js: para estruturar a interface em componentes reutilizáveis, facilitar o gerenciamento de estado, o roteamento e garantir uma base sólida para escalabilidade do sistema.

As tecnologias utilizadas serviram para estruturar o escopo do projeto de forma mais visual, incrementando um front-end visualmente simples porém funcional, garantindo todas as funcionalidades e requisitos de forma estruturalmente mais acessível e facilitada.

10. Resultados e Discussões

10.1 Impacto dos diferentes pré-processamentos (brilho, contraste, filtros) nas métricas de comparação

As métricas SSIM (Structural Similarity Index) e Diferença Média (Mean Difference) respondem de forma diferente às alterações feitas nas imagens — como brilho, contraste, saturação, rotação e redimensionamento.

Tipo de Ajuste	Efeito Visual	Impacto no SSIM	Impacto na Diferença Média
Brilho	Escurece ou clareia a imagem	Pequena queda no SSIM se a estrutura permanecer visível; quedas maiores se detalhes se perdem	Diferença média aumenta bastante, pois todos os pixels são deslocados igualmente na intensidade
Contraste	Aumenta/diminui a separação entre tons	SSIM se mantém alto se a forma geral for preservada; pode	Diferença média cresce proporcionalmente, pois há alteração

		cair se o contraste distorcer bordas	pixel a pixel
Saturação	Afeta cores sem alterar a forma	SSIM pouco sensível, pois avalia estrutura; pequena queda possível	Diferença média aumenta, pois os canais RGB mudam individualmente
Rotação	Gira a imagem	SSIM despenca, pois a correspondência estrutural se perde	Diferença média explode (muitos pixels não coincidem mais)
Redimensionamento	Mantém forma, muda escala	SSIM e Diferença Média podem cair, pois o alinhamento muda	Diferença média sensível à interpolação de pixels

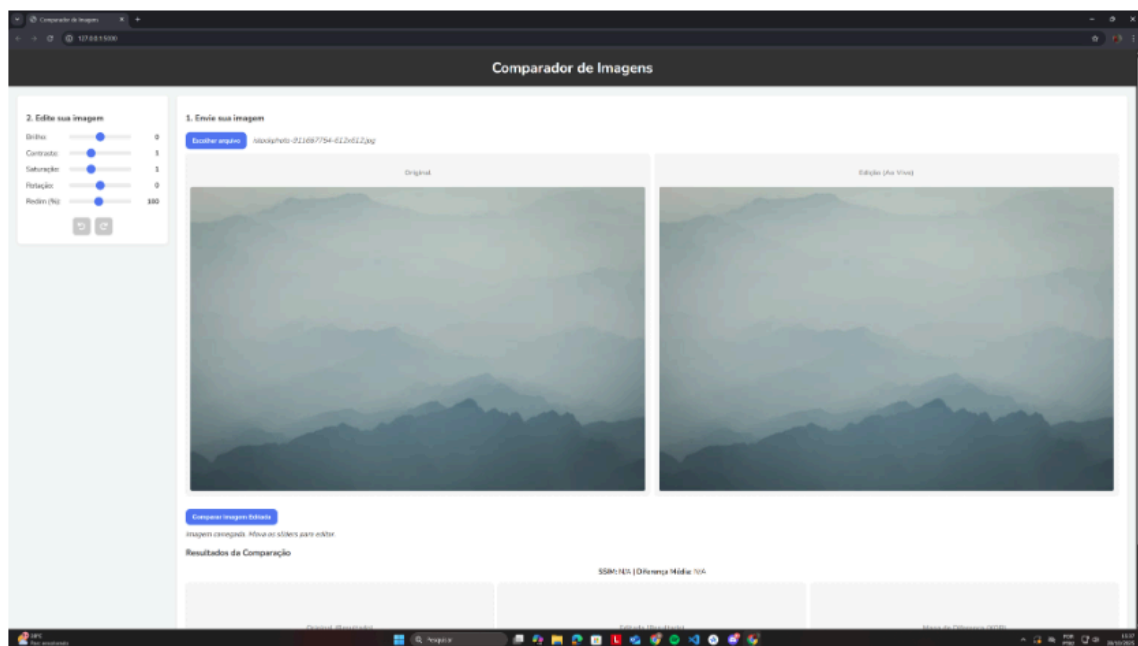
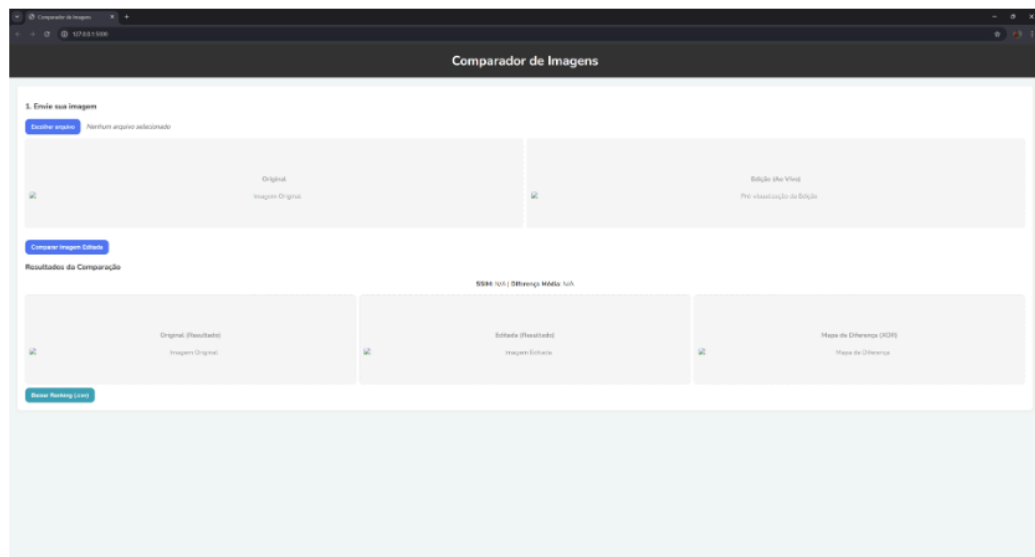
O SSIM é mais robusto a mudanças globais (como brilho e contraste moderados) e tenta preservar a percepção estrutural (bordas, formas). A Diferença Média é mais sensível, reagindo a qualquer variação de cor ou intensidade pixel a pixel.

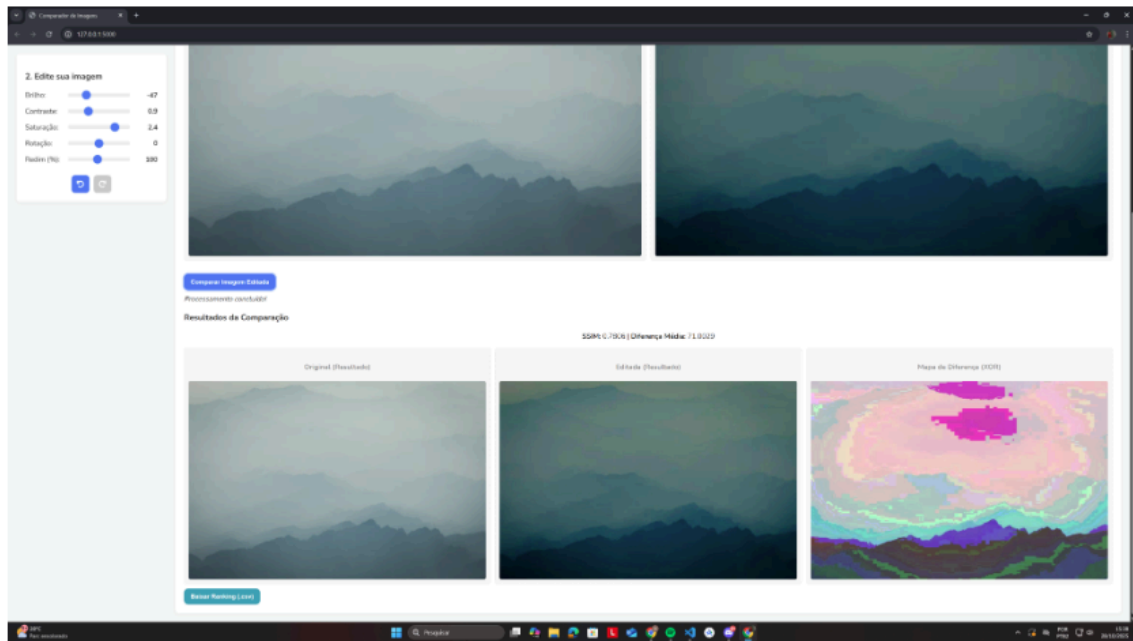
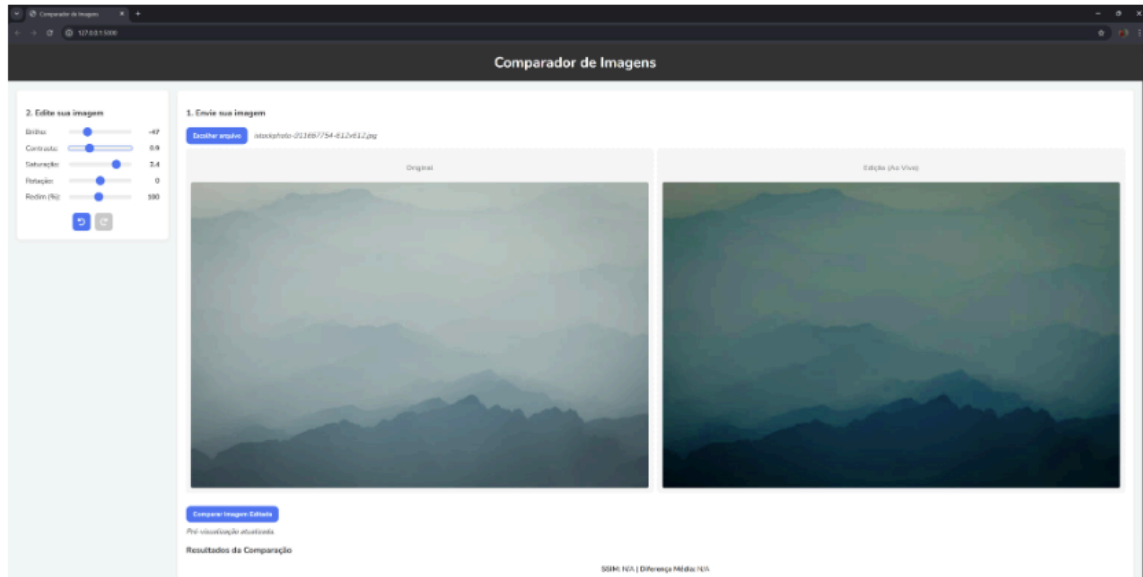
10.2 Limitações da Diferença Média em relação ao SSIM

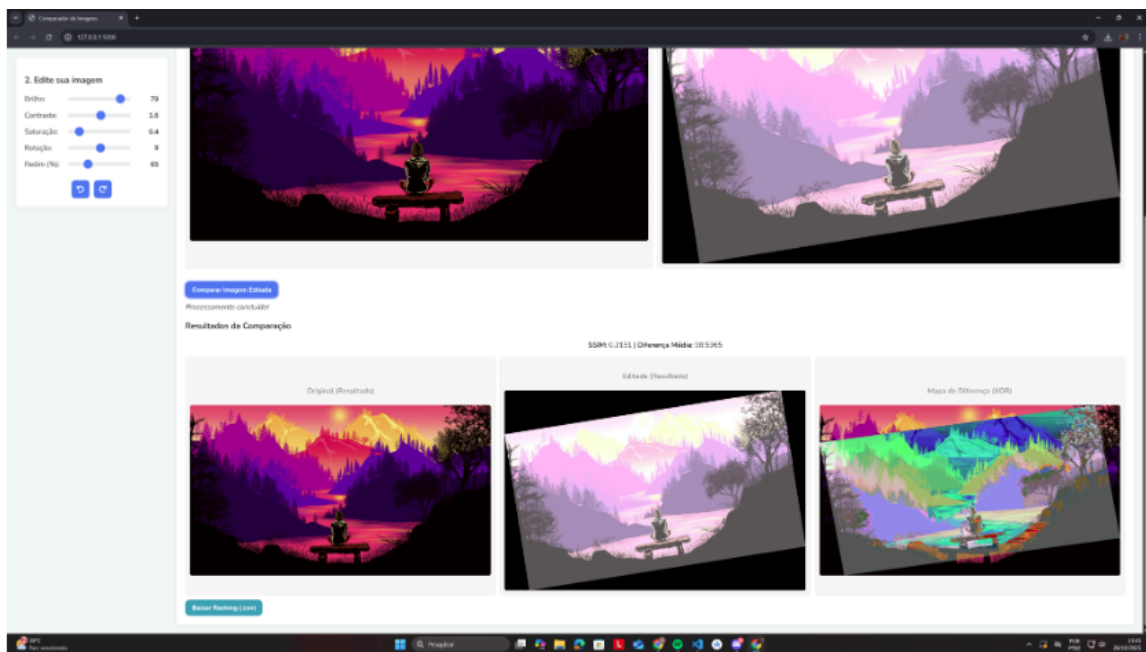
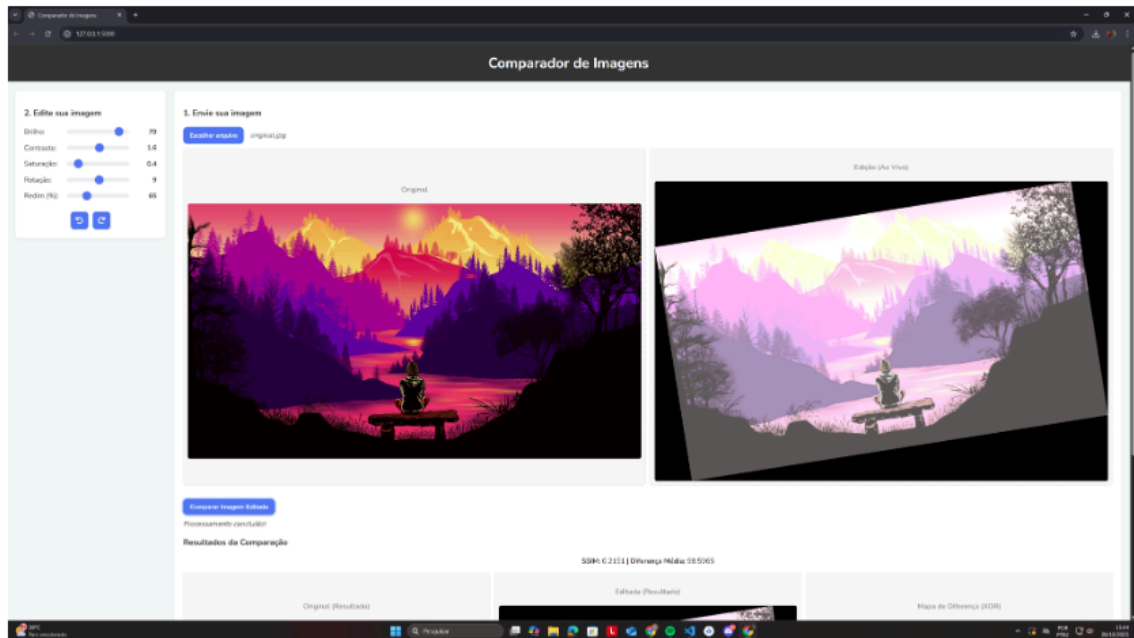
Aspecto	Diferença Média	SSIM
Base de comparação	Compara valores de pixel absolutos	Compara padrões estruturais e luminância local
Sensibilidade a brilho/contraste	Alta — mesmo pequenas alterações mudam drasticamente o valor	Baixa — pequenas variações não afetam tanto
Percepção humana	Não reflete bem a percepção visual (duas imagens visualmente idênticas podem ter alta diferença média)	Modelado para se aproximar da percepção visual humana
Transformações geométricas	Extremamente afetado (rotação, deslocamento, escala)	Também afetado, mas pode manter melhor coerência estrutural

Interpretação dos valores	Difícil — depende da escala de intensidade dos pixels	Padronizado entre -1 e 1 (1 = idênticas)
---------------------------	---	--

As imagens com SSIM acima de 0.99 têm diferença média < 1.5 , indicando pequenas alterações (ex.: leve mudança de brilho). A imagem rotacionada teve SSIM = 0.3, mas diferença média > 70 , mostrando que o método de diferença média exagera a discrepância, mesmo que a imagem ainda contenha a mesma cena.







Ranking Compressão - Livro 3 (14/05/2020)

Imagem

Qualidade

Brilho

Contraste

Saturação

Rotacao

Redimensão

Ranking_Qualidade

eldenRing	0,999341	0,287928	0	1	1	0	100	1
eldenRing	0,999341	0,287928	0	1	1	0	100	2
Captura d	0,998615	1,202106	0	1	0,9	0	100	3
Captura d	0,998519	0,32923	0	1	1	0	100	4
Captura d	0,998282	0,34556	0	1	1	0	100	5
eldenRing	0,988274	8,930556	0	1	0	0	100	6
eldenRing	0,977625	11,24144	0	1	2,3	0	100	7
eldenRing	0,977625	11,24144	0	1	2,3	0	100	8
eldenRing	0,974903	12,04315	0	1	2,4	0	100	9
fotoCurric	0,94893	26,87327	0	0,8	1,4	0	100	10
Captura d	0,906505	21,65498	0	1	3	0	100	11
WhatsApp	0,904013	44,15373	-38	1,6	0,7	0	100	12
Captura d	0,868458	10,1595	-10	1	1	0	100	13
istockphoto	0,780626	71,0029	-47	0,9	2,4	0	100	14
Captura d	0,710409	96,93214	100	3	3	0	100	15
Captura d	0,300351	70,12017	0	1	3	-180	100	16

Ranking Compressão 16

Ranking Compressão 16

A1	:	X	✓	<i>fx</i>	imagem_original					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	imagem_c	ssim_scor	diferenca	brilho	contraste	saturacao	rotacao	redimensi	Ranking_Qualidade	
2	eldenRing	0,999341	0,287928	0	1	1	0	100	1	
3	eldenRing	0,999341	0,287928	0	1	1	0	100	2	
4	Captura d	0,998615	1,202106	0	1	0,9	0	100	3	
5	Captura d	0,998519	0,32923	0	1	1	0	100	4	
6	Captura d	0,998282	0,34556	0	1	1	0	100	5	
7	eldenRing	0,988274	8,930556	0	1	0	0	100	6	
8	eldenRing	0,977625	11,24144	0	1	2,3	0	100	7	
9	eldenRing	0,977625	11,24144	0	1	2,3	0	100	8	
10	eldenRing	0,974903	12,04315	0	1	2,4	0	100	9	
11	fotoCurric	0,94893	26,87327	0	0,8	1,4	0	100	10	
12	Captura d	0,906505	21,65498	0	1	3	0	100	11	
13	WhatsApp	0,904013	44,15373	-38	1,6	0,7	0	100	12	
14	Captura d	0,868458	10,1595	-10	1	1	0	100	13	
15	istockphot	0,780626	71,0029	-47	0,9	2,4	0	100	14	
16	Captura d	0,710409	96,93214	100	3	3	0	100	15	
17	Captura d	0,300351	70,12017	0	1	3	-180	100	16	
18										

11. Conclusões

O projeto de comparação de imagens simples demonstra a viabilidade de integrar conceitos de processamento de imagens em uma aplicação prática e didática. Com base em bibliotecas como OpenCV e NumPy, a proposta reforça o aprendizado técnico e a aplicabilidade no contexto acadêmico e profissional.

A análise comparativa entre as métricas implementadas, notavelmente a Similaridade Estrutural (SSIM) e a Diferença Média, revelou uma distinção fundamental na avaliação de imagens. Os resultados demonstraram que o método da Diferença Média é extremamente sensível a variações como rotação e leves mudanças de brilho, tendendo a superestimar a discrepância entre as imagens, mesmo quando a estrutura visual da cena permanece intacta. Em contraste, o SSIM provou ser mais robusto e alinhado à percepção humana, avaliando a perda de qualidade com base na luminância, contraste e estrutura.

Estuda-se a relevância de se adotar métricas que priorizam a similaridade estrutural para aplicações que exigem alta fidelidade perceptiva, abrindo caminho para o uso deste sistema em áreas como a otimização de compressão de imagens, detecção de falsificações ou monitoramento de qualidade em processos de produção.

Referências

GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard E. Digital Image Processing. 4. ed. Pearson, 2018.

MATPLOTLIB. Matplotlib Documentation. Disponível em: <https://matplotlib.org/stable/contents.html>. Acesso em: 17 de setembro de 2025.

NUMPY. NumPy Documentation. Disponível em: <https://numpy.org/doc>. Acesso em: 17 de setembro de 2025.

OPENCV. OpenCV Documentation. Disponível em: <https://docs.opencv.org>. Acesso em: 17 de setembro de 2025.

SZE, V. et al. Efficient Processing of Deep Neural Networks. Morgan & Claypool Publishers, 2020.

WANG, Z.; BOVIK, A. C. Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity. IEEE Transactions on Image Processing, v. 13, n. 4, p. 600-612, 2004.