

# Second Assignment for ANS

Henrique Lopes UP202308657

Março 2024

## Exercício 1.1

### Exercício 1.1.2



```
% Carregar a imagem
imagem = imread('praia.bmp');

% Verificar se a imagem é colorida (RGB) ou em tons de cinza
if ndims(imagem) == 3
    % Se a imagem é colorida (RGB), separar os componentes RGB
    R = imagem(:,:,1); % Canal Vermelho
    G = imagem(:,:,2); % Canal Verde
    B = imagem(:,:,3); % Canal Azul

    % Exibir cada componente na tela
    figure;
    subplot(1, 3, 1);
    imshow(R);
    title('Componente R');

    subplot(1, 3, 2);
    imshow(G);
    title('Componente G');

    subplot(1, 3, 3);
    imshow(B);
    title('Componente B');
else
    % Se a imagem é em tons de cinza, exibir apenas a imagem
    imshow(imagem);
    title('Imagen em tons de cinza');
end
```

## Exercício 1.1.4



```
% Carregar uma imagem colorida
imagem = imread('praia.bmp');

% Converter a imagem para o espaço de cor HSV
imagem_hsv = rgb2hsv(imagem);

% Separar os componentes HSV
H = imagem_hsv(:,:,1); % Canal de Matiz
S = imagem_hsv(:,:,2); % Canal de Saturação
V = imagem_hsv(:,:,3); % Canal de Valor

% Exibir cada componente na tela
figure;

subplot(1, 3, 1);
imshow(H);
title('Componente de Matiz');

subplot(1, 3, 2);
imshow(S);
title('Componente de Saturação');

subplot(1, 3, 3);
imshow(V);
title('Componente de Valor');
```

No espaço de cor RGB, cada pixel é representado por uma combinação de intensidades de vermelho, verde e azul. Isso é útil para representar cores em termos de luz aditiva, mas pode ser menos intuitivo para descrever características de cores como matiz e saturação. No espaço de cor HSV, as cores são representadas em termos de matiz (H), saturação (S) e valor (V). Isso permite uma representação mais intuitiva de características de cores, como a tonalidade e a intensidade. Por exemplo, matizes mais altos representam tons mais "quentes" (como vermelho e amarelo), enquanto matizes mais baixos representam tons mais "frios" (como azul e verde). A representação no espaço de cor HSV pode ser mais adequada para certas tarefas de processamento de imagem, como segmentação baseada em cor, detecção de bordas e manipulação de cores. Em resumo, ao comparar os componentes de diferentes imagens e analisar as diferenças entre as representações nos espaços de cor RGB e HSV, podemos entender melhor as características de cor das imagens e escolher a representação mais apropriada com base nas necessidades específicas da aplicação.

## Exercício 1.2

Os componentes de crominância ( $C_b$  e  $C_r$ ) revelam diferenças na distribuição das cores entre as imagens, como predominância de tons de azul ou vermelho. Os componentes de luminância ( $Y$ ) mostram variações na luminosidade e no contraste entre as imagens, com áreas mais brilhantes e contrastantes refletindo valores mais altos de  $Y$ . As relações entre os componentes  $Y$ ,  $C_b$  e  $C_r$  fornecem insights sobre padrões específicos de cores e luminosidade em diferentes partes das imagens. A combinação dos componentes  $Y$ ,  $C_b$  e  $C_r$  permite a identificação de texturas e detalhes nas imagens, úteis para reconhecimento de padrões e análise de conteúdo visual. Ao comparar várias imagens, podemos observar como as características e padrões variam entre diferentes cenas, objetos e condições de iluminação, auxiliando em tarefas como reconhecimento de padrões e classificação de imagens. Essas comparações ajudam a entender melhor o significado das imagens e a tomar decisões informadas em uma variedade de aplicações, desde processamento de imagem até análise de conteúdo visual.

Com esta experiência conseguimos perceber porque os espaços de cor RGB, HSV e YCbCr têm aplicações específicas em processamento de imagem e vídeo. Ficou mais claro porque o RGB é amplamente utilizado em dispositivos de exibição, o HSV é útil para manipulação de cores e detecção de bordas, enquanto o YCbCr é eficiente para compressão de imagem. Cada espaço tem vantagens distintas, e a escolha depende das necessidades do projeto.

## Exercício 1.3

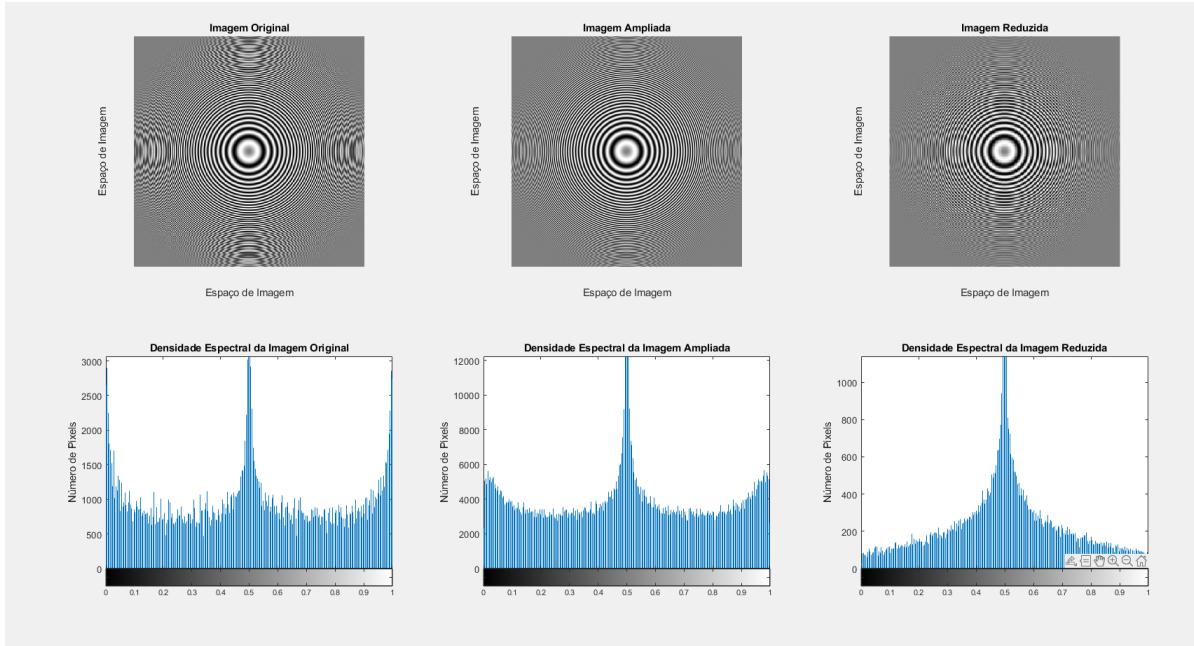
O espaço de cor HSV facilita a manipulação e ajuste das cores de uma imagem, permitindo a seleção e modificação de tons específicos com relativa facilidade. Isso ocorre devido à separação clara dos componentes de cor, saturação e valor. No entanto, o espaço de cor Lab pode ser mais útil para ajustes sutis de cor, especialmente quando é importante manter a consistência perceptual entre diferentes áreas da imagem. Isso ocorre porque o espaço Lab é projetado para ser perceptualmente uniforme, o que significa que as distâncias no espaço de cor correspondem aproximadamente às diferenças percebidas pelos olhos humanos. O espaço de cor Lab é particularmente eficaz na representação de diferenças de cor, pois os componentes 'a' e 'b' capturam variações em tons e cores. Isso torna o espaço Lab útil em aplicações como classificação de cores e análise de diferenças de cor entre imagens. Enquanto isso, o espaço de cor HSV é mais voltado para a representação e

manipulação de tons de cor e saturação, tornando-o mais adequado para tarefas que se concentram nessas características específicas. Quando se trata de corrigir distorções de cor em imagens, o espaço de cor Lab é frequentemente preferido devido à sua uniformidade perceptual. Isso significa que as transformações aplicadas no espaço Lab resultam em mudanças de cor que são percebidas de maneira mais uniforme pelos observadores humanos. Por outro lado, o espaço de cor HSV pode ser menos adequado para correções finas de cor, uma vez que as transformações nos componentes HSV podem resultar em mudanças não uniformes na percepção da cor.

No espaço de cor Lab, a separação dos componentes  $a^*$  e  $b^*$  permite uma representação eficiente das características de cor da imagem. O componente  $a^*$  representa a tonalidade de verde a vermelho, enquanto o componente  $b^*$  representa a tonalidade de azul a amarelo. Já no espaço de cor YCbCr, a separação entre luminância (Y) e crominância (Cb e Cr) é mais pronunciada. A luminância Y representa a informação de brilho e intensidade, enquanto os componentes de crominância Cb e Cr representam as diferenças de cor em relação ao brilho. O espaço de cor Lab é conhecido por ser perceptualmente uniforme, o que significa que as diferenças entre valores de cor são consistentes em toda a gama de cores. Isso é útil para preservar detalhes e texturas em imagens, especialmente durante processos de manipulação e correção de cores. Por outro lado, o espaço de cor YCbCr é amplamente utilizado em compressão de imagem, pois a luminância (Y) carrega a maior parte da informação visual, enquanto as informações de crominância (Cb e Cr) podem ser subsampleadas com menos perda de qualidade perceptível. Isso pode resultar em uma representação mais compacta da imagem, especialmente em aplicações de transmissão de vídeo. O espaço de cor Lab é frequentemente utilizado em aplicações de correção de cores e balanceamento de branco, devido à sua uniformidade perceptual. Isso permite que os ajustes de cor sejam aplicados de maneira consistente em toda a imagem, resultando em resultados mais naturais e realistas. Enquanto isso, o espaço de cor YCbCr pode ser mais adequado para ajustes globais de brilho e contraste, pois a separação da luminância permite controlar o equilíbrio de branco e a exposição de forma mais direta.

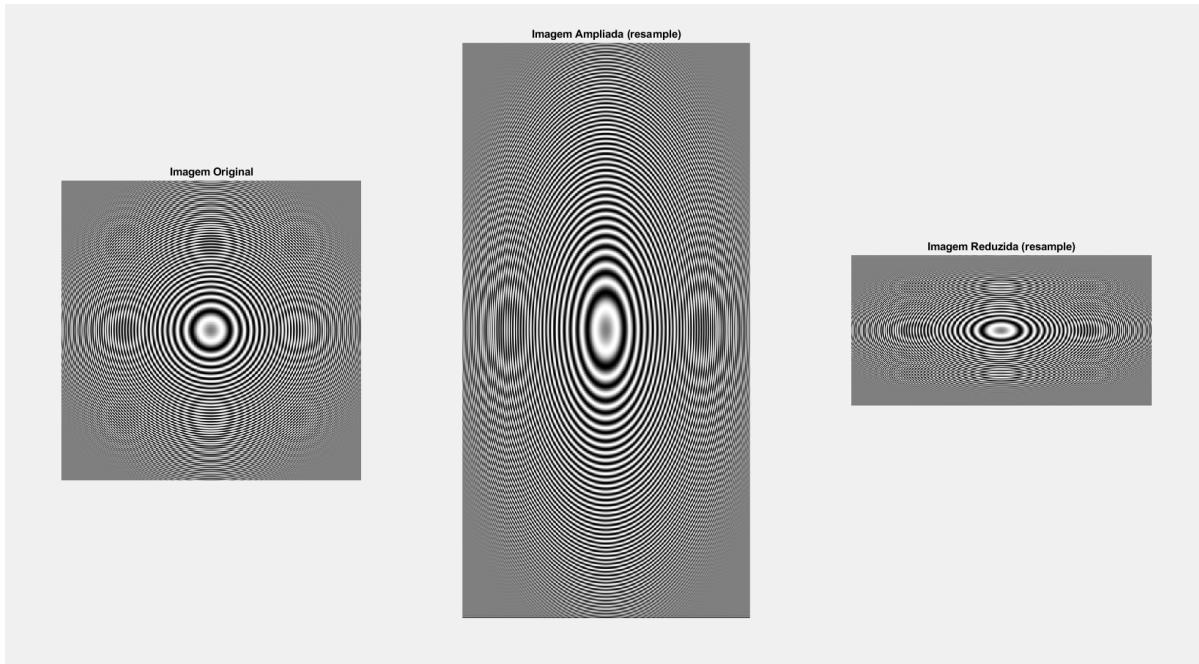
# Exercício 2

Utilizando o script 'exercicio2' obtive:



## Exercício 2.1

Percebi que ao alterar as dimensões da imagem da placa de zona, houve mudanças visuais na aparência da imagem. A ampliação da imagem resultou em uma imagem com mais detalhes visíveis, enquanto a redução causou uma perda de detalhes, como esperado. Ao experimentar diferentes métodos de interpolação, como vizinho mais próximo, bilinear e bicúbico, notei que cada método teve um impacto distinto na qualidade da imagem ampliada ou reduzida. Por exemplo, o método bicúbico produziu resultados mais suaves e preservou melhor os detalhes, enquanto o método do vizinho mais próximo produziu imagens com bordas mais nítidas, mas menos suavizadas. Também observei que o tempo necessário para processar as imagens variou dependendo das dimensões da imagem e do método de interpolação escolhido. Os métodos mais sofisticados de interpolação, como o bicúbico, demandaram mais recursos computacionais e, portanto, levaram mais tempo para processar em comparação com métodos mais simples, como o vizinho mais próximo. Realizei uma comparação visual entre as imagens resultantes com diferentes métodos de interpolação para avaliar a qualidade e a fidelidade das ampliações e reduções. Além disso, realizei análises quantitativas, comparando métricas de qualidade de imagem entre as diferentes versões processadas.

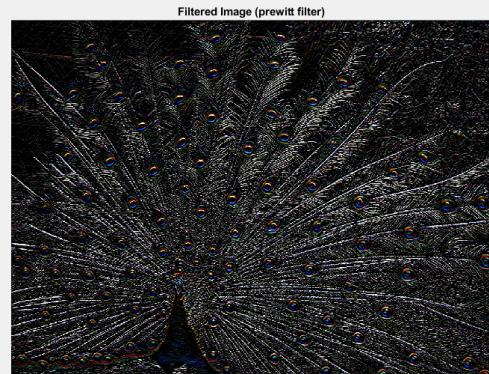


Ao utilizar o script 'exercicio21' comparei visualmente as imagens ampliada e reduzida utilizando a função resample com os resultados obtidos anteriormente com a função imresize, podemos observar diferenças na qualidade e nitidez das imagens. A qualidade da imagem ampliada ou reduzida usando a função resample pode variar dependendo do algoritmo de interpolação utilizado. A função resample usa por padrão um filtro anti-aliasing para evitar artefatos de aliasing, o que pode resultar em uma melhor preservação de detalhes em comparação com a função imresize em certos casos. O tempo necessário para executar a função resample pode variar dependendo do tamanho da imagem e do fator de escala especificado. Em geral, a função resample pode levar mais tempo para processar do que a função imresize, especialmente para imagens grandes ou quando um filtro anti-aliasing complexo é aplicado. Ao interpretar os resultados, é importante considerar a qualidade visual das imagens ampliada e reduzida, juntamente com o tempo de processamento. A escolha entre as funções imresize e resample dependerá das necessidades específicas de cada aplicação, incluindo requisitos de qualidade, tempo de processamento e complexidade do filtro de interpolação.

# Exercício 3

Eu fiz um script no qual basta selecionar a imagem que quer filtrar e que tipo de filtro usar. O script chama-se 'exercicio3' como está esclarecido nas imagens abaixo.

```
|  
|>> exercicio3('peacock.jpg', 'gaussian');  
|
```



Todos os scripts fundamentais para este Assignment estarão na pasta zipada juntamente com este relatório.

# Terceiro Assignment para ANS

Henrique Lopes UP202308657

José Magalhães UP201809097

Abril 2024

## Introdução

Aqui abaixo estão duas imagens ilustrativas de como o script funciona, para todo o exercício 1. Embora seja intuitivo, vale a pena frisar que há 5 imagens no formato png que podem ser escolhidas de partida. Após a escolha da imagem, pode-se optar por uma das 3 conversões possíveis de cor, por uma das 3 opções de avaliação de similaridade e até procurar por imagens similares. O programa tem também opção de saída caso não seja preciso fazer mais observações.

The screenshot shows a Jupyter Notebook interface. On the left, a code cell displays Python code for image processing, specifically calculating similarity between histograms using different metrics (Euclidean distance, cosine distance, or intersection). Below the code cell is a histogram titled "Original RGB Image" showing the color distribution of a group of flamingos. On the right, a terminal window shows the command "py main.py" being run, followed by a menu with options 1 through 5. Option 1 is selected, and the user is prompted to "Select image" from a list of five options: llama, flamingos, colorCheckerTestImage, peacock, and sherlock. The user has typed "1" and is about to press enter.

```
main.py > ...
148     def compute_similarity(hist1, hist2, metric):
149         if metric == 'euclidean':
150             return distance.euclidean(hist1, hist2)
151         elif metric == 'cosine':
152             return distance.cosine(hist1, hist2)
153         elif metric == 'intersection':
154             return distance.cityblock(hist1, hist2)
155
156     def display_similar_images(image1, image2):
157         hist1 = compute_histogram(image1)
158         hist2 = compute_histogram(image2)
```

```
PROBLEMS 3 OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL
PS C:\Repos\feupasp> py main.py
Menu:
1. Display Image
2. Convert Image to
3. Evaluate distance/similarity of images
4. Search and retrieve most similar pictures
5. Exit
Enter your choice (1-5): 1
Select image:
1. llama
2. flamingos
3. colorCheckerTestImage
4. peacock
5. sherlock
Enter your choice (1-5): 2
```

```

148 def compute_similarity(hist1, hist2, metric):
149     if metric == 'cosine':
150         return distance.cosine(hist1, hist2)
151     elif metric == 'intersection':
152         return distance.cityblock(hist1, hist2)
153
154 def display_similar_images(image1, image2):
155     hist1 = compute_histogram(image1)
156     hist2 = compute_histogram(image2)

```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL

```

PS C:\Repos\feupasp> py main.py
Menu:
1. Display Image
2. Convert Image to
3. Evaluate distance/similarity of images
4. Search and retrieve most similar pictures
5. Exit
Enter your choice (1-5): 2
Select a color space:
1. RGB
2. HSV
3. LAB
Enter your choice (1-3): 3
Select image:
1. llamas
2. flamingos
3. colorCheckerTestImage
4. peacock
5. sherlock
Enter your choice (1-5): 1

```

LAB Color Space

## Exercício 1.1

Ao executar o script que processa imagens em diferentes espaços de cor, pode-se esperar observar e analisar os seguintes elementos:

1. Visualização da Imagem Original: A imagem será exibida em seu formato RGB, que é o padrão para visualização em dispositivos eletrônicos.
2. Conversão para HSV ou Lab:
  - HSV: Separará a imagem em matizes (cor), saturação (pureza da cor) e valor (luminosidade).
  - Lab: Dividirá a imagem em luminosidade (L) e dois canais de cor que representam os eixos verde-vermelho (a) e azul-amarelo (b), oferecendo uma representação que se aproxima da visão humana de cores.
3. Histogramas para Cada Canal: Cada canal do espaço de cor escolhido terá um histograma que mostra a distribuição das intensidades, o que é útil para entender a composição e o contraste da imagem.

4. Concatenação dos Histogramas: Os histogramas de todos os canais serão combinados em um único vetor, proporcionando um resumo compacto das características da imagem, útil para análises mais complexas como comparações ou processamento avançado.

Esta experiência não apenas oferece uma visão técnica sobre como as imagens são compostas em diferentes espaços de cor, mas também prepara o terreno para aplicações práticas em edição, análise e processamento de imagens.

## Exercício 1.2

1. Espaços de Cor: A escolha do espaço de cor pode influenciar significativamente a comparação. Por exemplo, o espaço HSV é mais sensível às variações de cor enquanto o espaço Lab é melhor para perceber como os humanos veem as cores. Isso pode fazer uma diferença considerável em como as imagens são consideradas semelhantes.
2. Métricas de Semelhança: Cada métrica pode interpretar a semelhança de maneiras diferentes. A distância euclidiana mede a distância direta entre pontos em um espaço multidimensional, enquanto a semelhança de cosseno avalia o ângulo entre dois vetores, sendo útil quando as magnitudes são menos relevantes. A interseção de histogramas mede quão sobrepostos são os histogramas, sendo uma boa opção quando interessados na sobreposição direta das distribuições de cor.
3. Limiares: O valor do limiar deve ser ajustado conforme a métrica escolhida e pode necessitar de calibração baseada em experimentação para otimizar a precisão da similaridade detectada entre as imagens.

Este script oferece uma base para explorar como diferentes representações de cor e métricas de comparação podem impactar a percepção de similaridade entre imagens.

## Exercício 1.3

1. Identificação de Imagens Semelhantes: A função classificará as imagens mais semelhantes à imagem de consulta, ajudando em aplicações como recuperação de imagens e catalogação automática.

2. Impacto do Espaço de Cor:

-RGB: Pode não ser o mais eficaz para perceber similaridade visual devido à sensibilidade à variação de iluminação.

-HSV: Pode oferecer resultados mais alinhados com a percepção humana de cores, separando cor de luminância.

-Lab: Como um espaço de cor perceptualmente uniforme, pode melhor identificar imagens que os humanos percebem como semelhantes.

3. Influência da Métrica de Similaridade:

-Distância Euclidiana: Mede diferenças exatas, mas pode ser sensível a variações de escala.

-Semelhança de Cosseno: Útil quando as diferenças de magnitude não são cruciais, focando na direção dos vetores de histograma.

-Distância de Intersecção: Avalia a sobreposição entre histogramas, sendo útil para comparar padrões de cor.

4. Sensibilidade ao Limiar de Similaridade: A precisão dos resultados dependerá do ajuste do limiar de similaridade, influenciando a diferenciação entre imagens semelhantes e dissemelhantes.

5. Utilidade Prática: A experiência pode oferecer insights valiosos sobre a otimização de sistemas de recuperação de imagens, permitindo ajustar espaços de cor e métricas para tarefas específicas.

Esta função proporciona uma ferramenta robusta para analisar e recuperar imagens com base em características visuais, adaptável a diversas necessidades e aplicações.

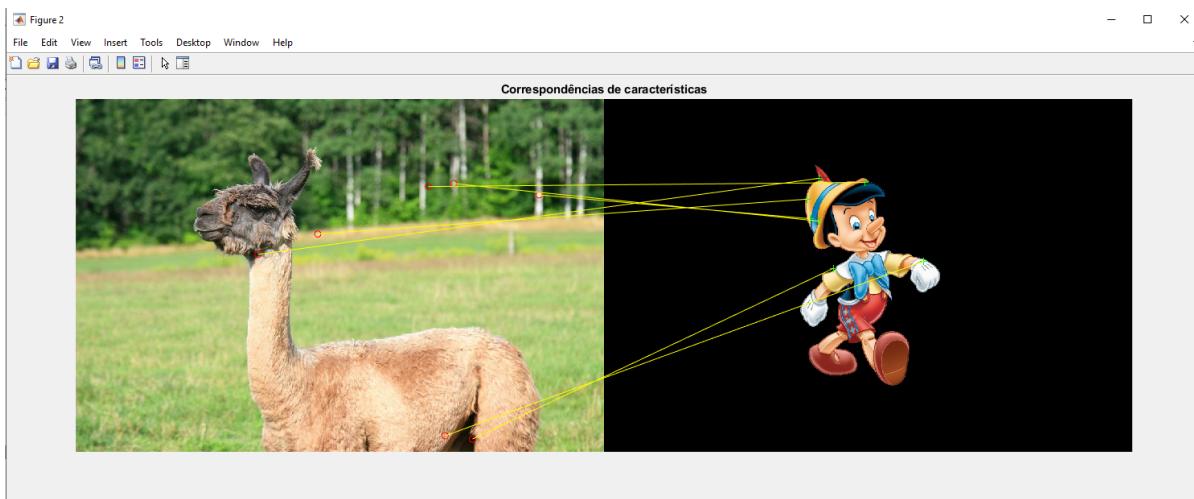
## Exercício 1.4

Este script permite experimentar como diferentes resoluções de histograma afetam a precisão, recall e F1-Score na tarefa de recuperação de imagem. Ao aumentar o número de caixas (bins) no histograma, a precisão na descrição da distribuição de cores melhora, o que pode aumentar a

precisão na identificação de imagens semelhantes, mas também pode tornar o algoritmo mais sensível a pequenas variações de cor que não são perceptíveis aos olhos humanos. O equilíbrio entre resolução do histograma e o valor do limiar é crucial para obter os melhores resultados em termos de precisão e recall, influenciando diretamente a pontuação F1, que é uma média harmônica entre precisão e recall, oferecendo uma única métrica de desempenho geral.

## Exercício 2

Usando agora o MATLAB, pode-se concluir que este código oferece uma boa base para comparação de imagens usando características robustas e pode ser adaptado ou expandido para outras análises ou aplicações mais específicas de visão computacional.



```
>> exercicio2
Número de correspondências: 7
Pontuação de semelhança: 0.02
```