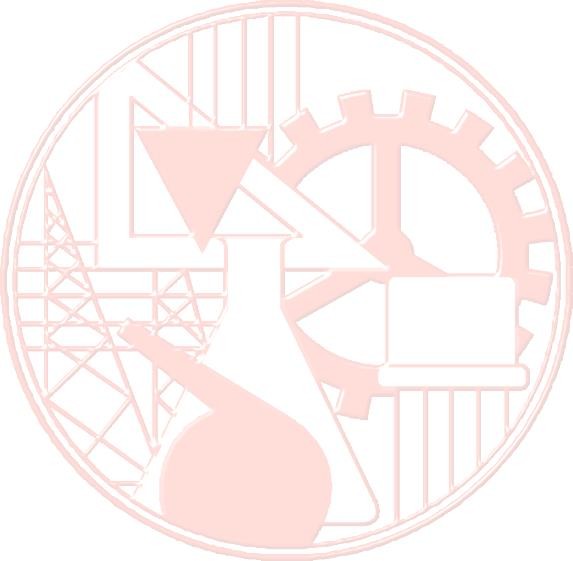
**I**nstituto **S**uperior de **E**ngenharia de

**L**isboa

ENGENHARIA INFORMÁTICA E DE

COMPUTADORES

***PROCESSAMENTO DE IMAGEM E BIOMETRIA***

***SEGUNDO TRABALHO PRÁTICO***

*LI61N-MI2N*

**Autores – Grupo 3:**

40602, Sara Sobral

40686, Eduardo António

***Índice***

[Desenvolvimento de conclusões 3](#_Toc487235695)

[Exercício 1 3](#_Toc487235696)

[Função coloring\_medical\_images.m 3](#_Toc487235697)

[Exercício 2 4](#_Toc487235698)

[Função rgb2safeColor.m 4](#_Toc487235699)

[Exercício 3 5](#_Toc487235700)

[Função fingerprint\_enhancement\_morph.m 5](#_Toc487235701)

[Função minutiae\_detection.m 5](#_Toc487235702)

[Exercício 4 6](#_Toc487235703)

[Projete, realize e avalie um módulo de deteção e reconhecimento facial, para um número reduzido de utilizadores 6](#_Toc487235704)

# Desenvolvimento de conclusões

## Exercício 1

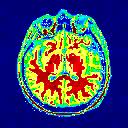
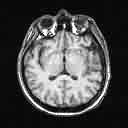
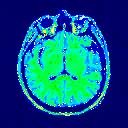
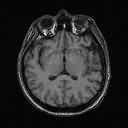
### Função coloring\_medical\_images.m

* **Realize a coloração das imagens médicas originais e das imagens produzidas pela função medical\_image\_enhancement.m, recorrendo a uma técnica de coloração à escolha.**

A técnica escolhida foi a intensity slicing.

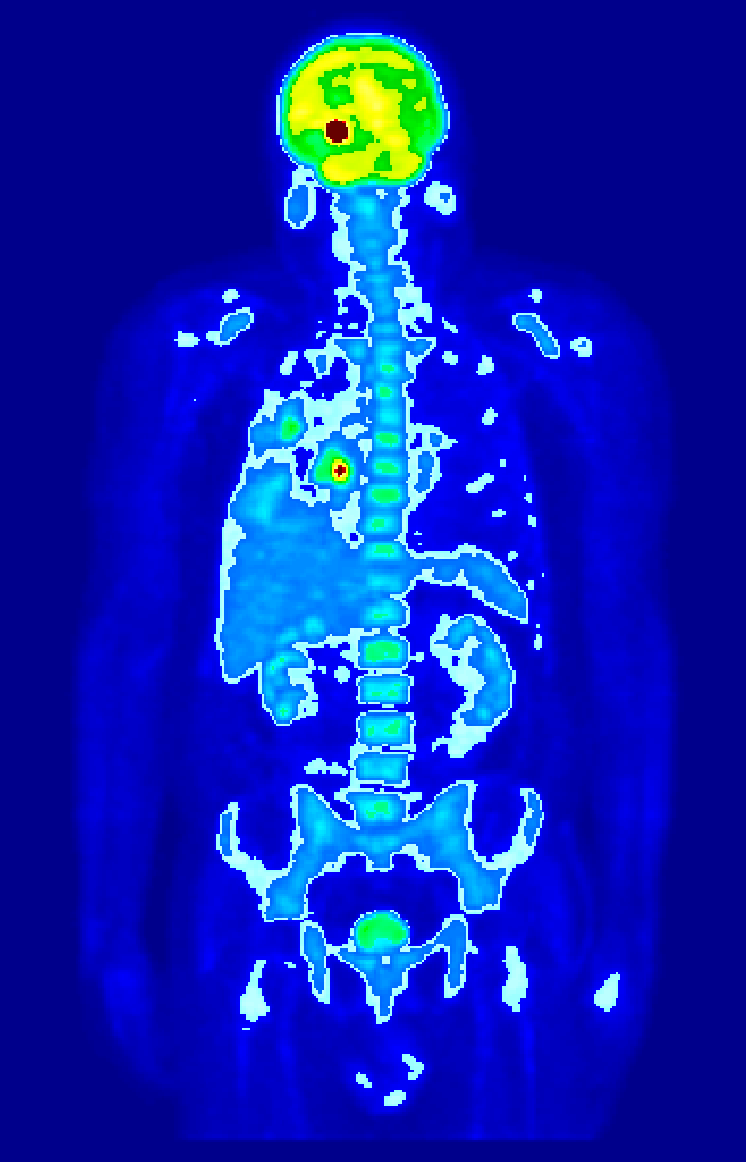
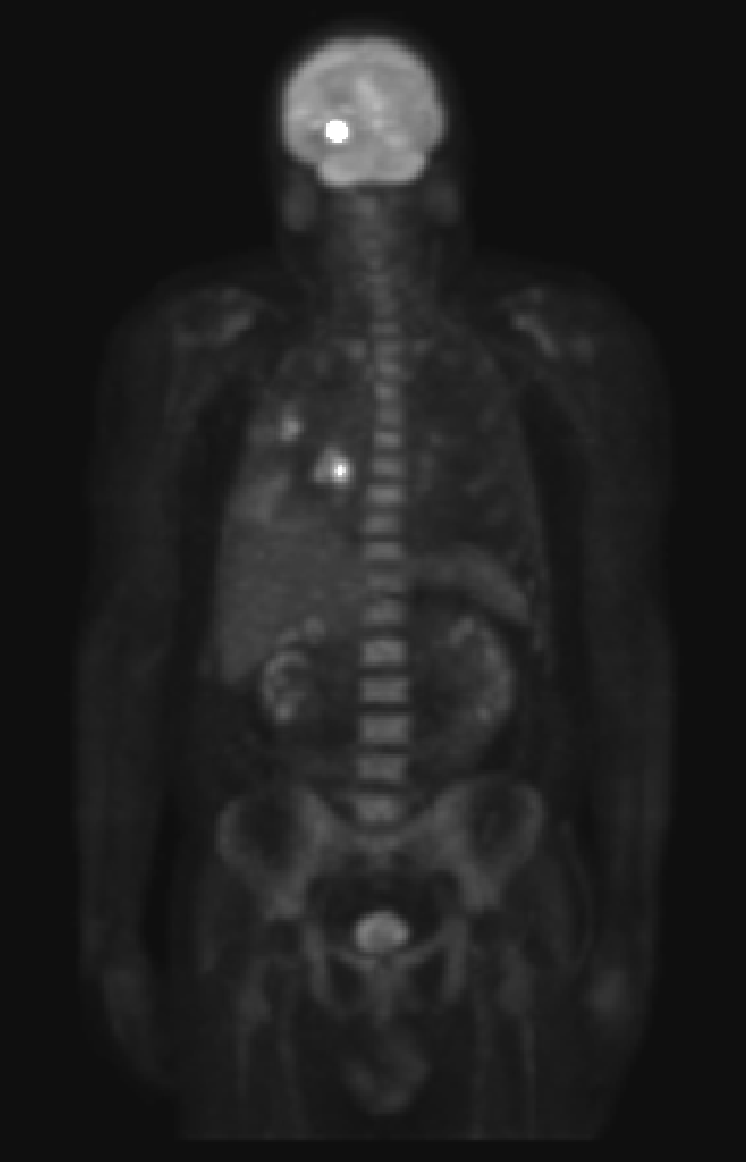
* **Apresentação de resultados**

Exemplo de imagem binária: MR1.jpg



Exemplo de imagem binária: PET1.tif

C:\Users\Utilizador\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCacheContent.Word\PET1original.tif



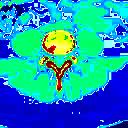
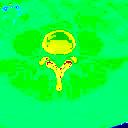
Exemplo de imagem binária: XRay1.tif

C:\Users\Utilizador\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCacheContent.Word\XRay1original.tifC:\Users\Utilizador\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCacheContent.Word\XRay1transf.tif

Exemplo de imagem binária: XRay2.tif

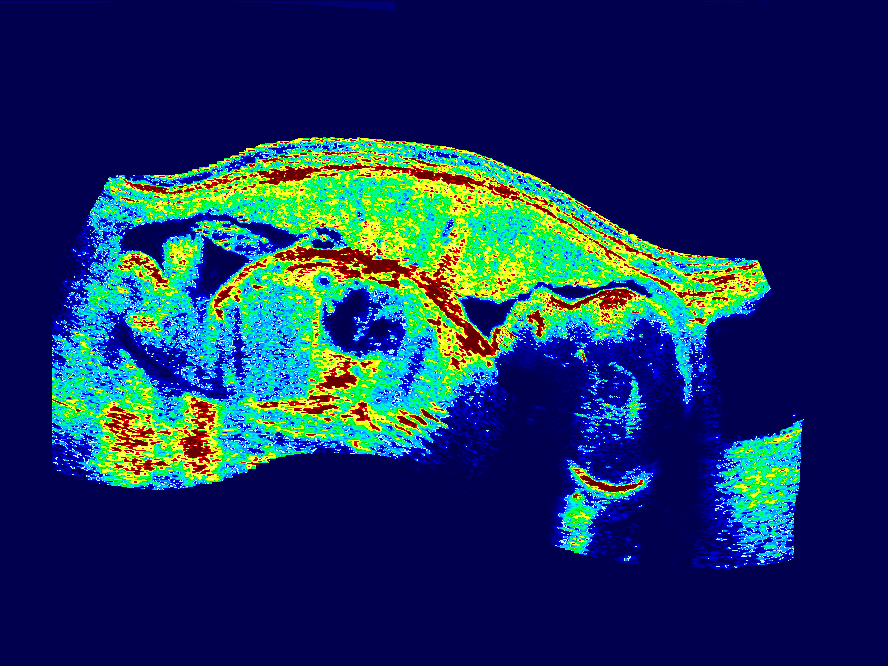
C:\Users\Utilizador\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCacheContent.Word\XRay2original.tifC:\Users\Utilizador\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCacheContent.Word\XRay2transf.tif

Exemplo de imagem binária: CT1.jpg



Exemplo de imagem binária: US1.tif

C:\Users\Utilizador\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCacheContent.Word\US1.tifC:\Users\Utilizador\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCacheContent.Word\US1original.tif

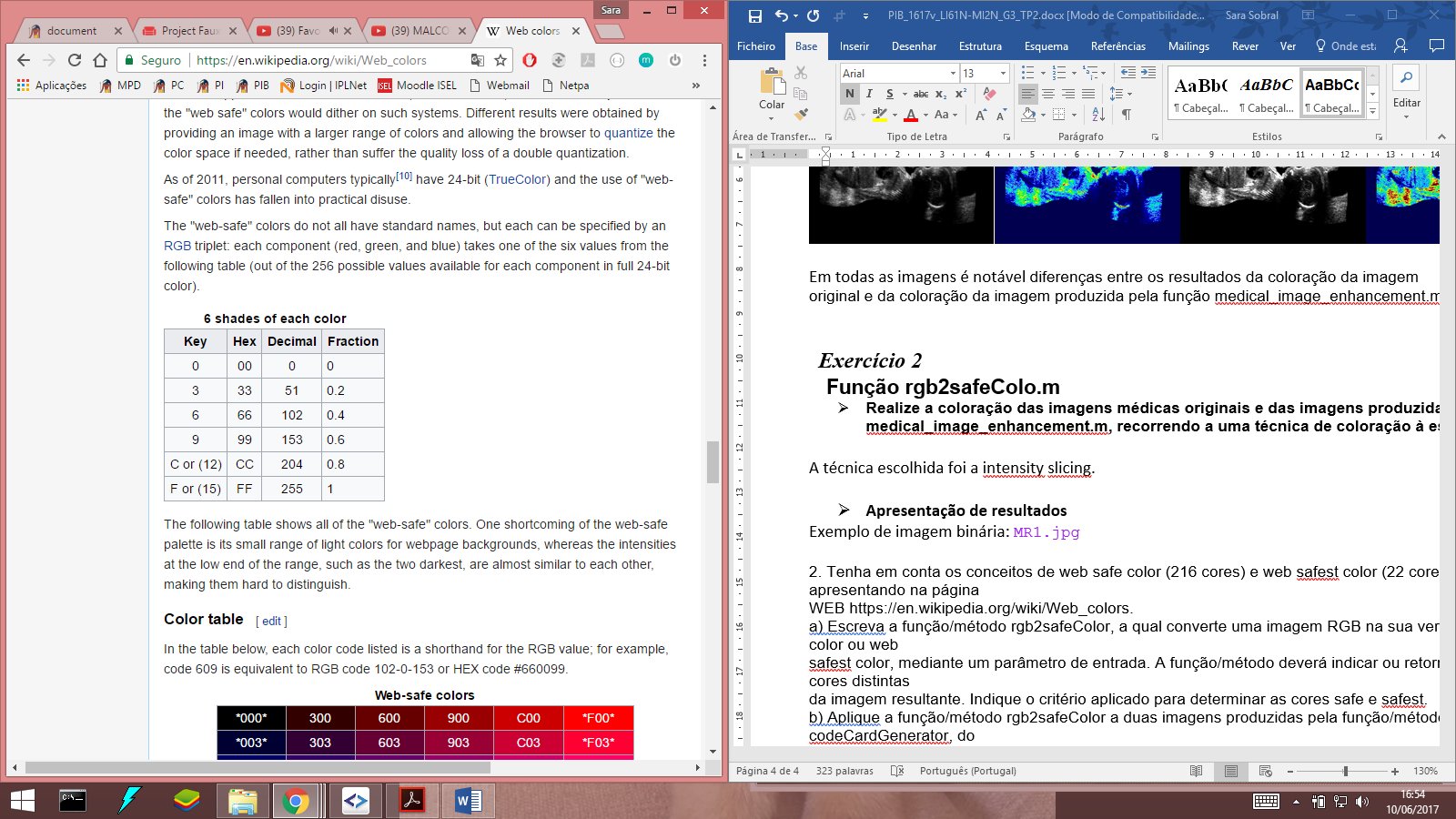


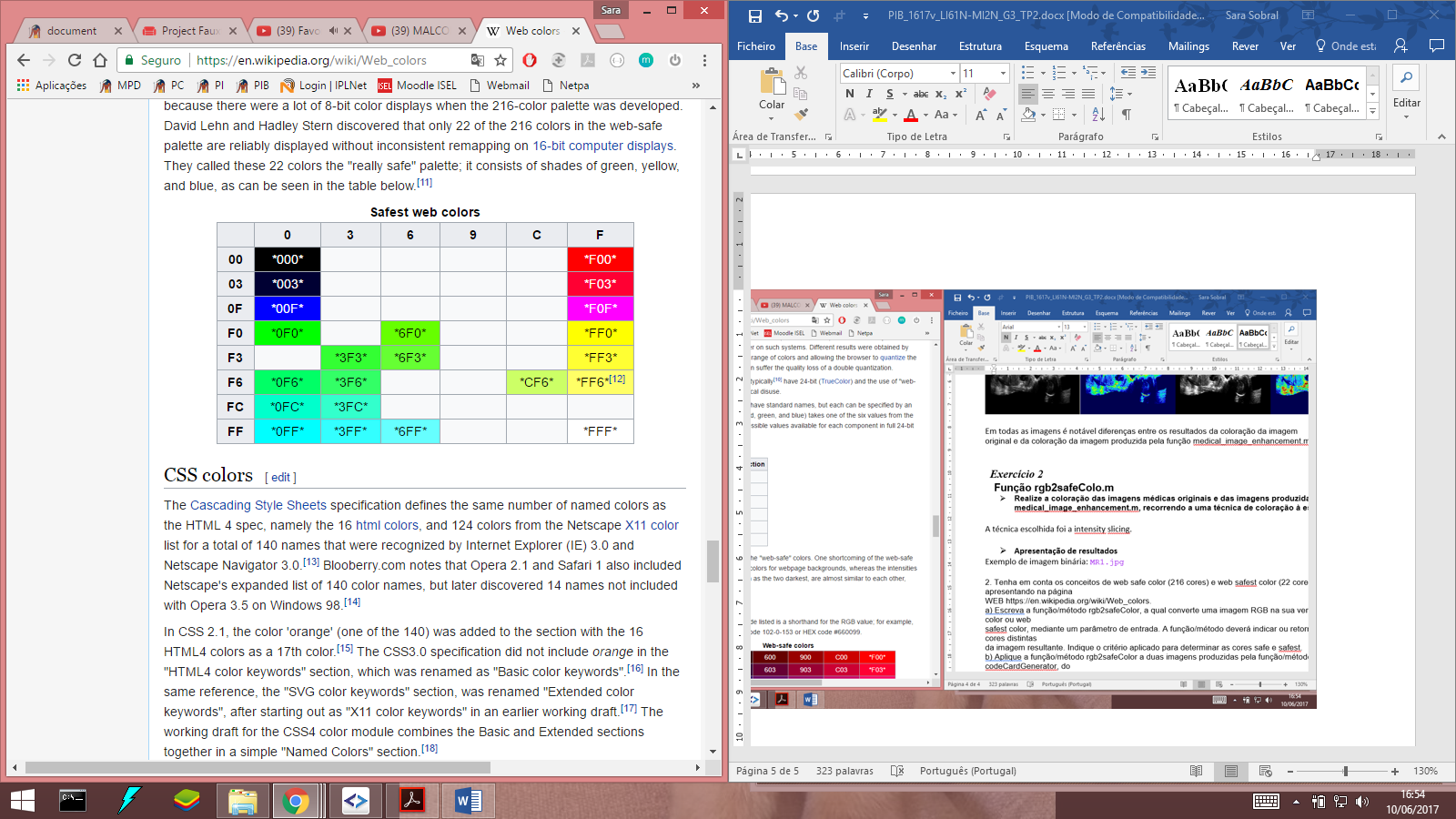
Em todos os exemplos é notável a diferença entre os resultados da coloração da imagem original e da coloração da imagem produzida pela função medical\_image\_enhancement.m. Esta última quando colorida apresenta mais detalhes visíveis ao ao plho humano.

## Exercício 2

### Função rgb2safeColor.m

* **Converta uma imagem RGB na sua versão web safe color ou web safest color, mediante um parâmetro de entrada, retornando o número de cores distintas da imagem resultante.**

Para a comparação das competes com as safe colors foi gerado um vetor com os valores possíveis de uma componente [0 , 51, 102, 153, 204, 255]. O valor de cada pixel de cada componente é comparado através da distancia Eucliadiana com os possíveis valores do vetores, o que apresentar distancia menor é o novo valor do pixel da componente.



Para a comparação das competes com as safest colors foi gerado um array {22x3} com as combinações possíveis de cores. O valor de cada pixel de cada componente (no formato vetor [R,G,B]) é comparado através da distancia Eucliadiana com cada linha do array, o que apresentar distancia menor é o novo valor do pixel de cada componente.

* **Apresentação de resultados**

Exemplo: codeCard2.png

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Imagem original | Web safe colors | Web safest colors |
| C:\Users\Utilizador\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\codeCard2.png | C:\Users\Utilizador\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\codeCard2_safe.png | C:\Users\Utilizador\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\codeCard2_safest.png |
| Distinct colors: | 14 | 7 |

Exemplo: codeCard1.png

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Imagem original | Web safe colors | Web safest colors |
| C:\Users\Utilizador\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\codeCard1.png | C:\Users\Utilizador\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\codeCard1_safe.png | C:\Users\Utilizador\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\codeCard1_safest.png |
| Distinct colors: | 11 | 6 |

Os resultados obtidos dependem das cores da imagem de entrada, pois consoante a cor é calculada a cor *safe* ou *safest* mais próxima. Visualmente as imagens mudam mais com as *web safest color* do que com as *web safe color* devido à quantidade de cores disponíveis para cada versão, logo existe mais perda na versão *web safest color*.

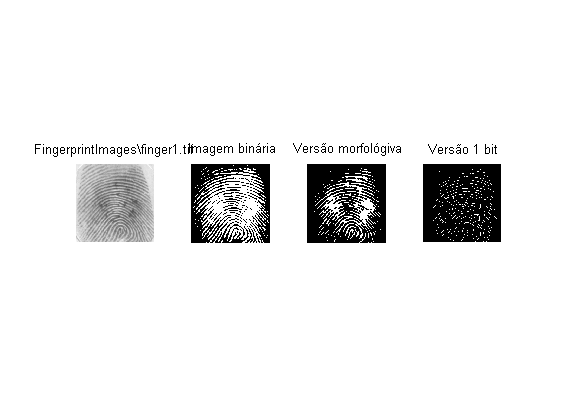
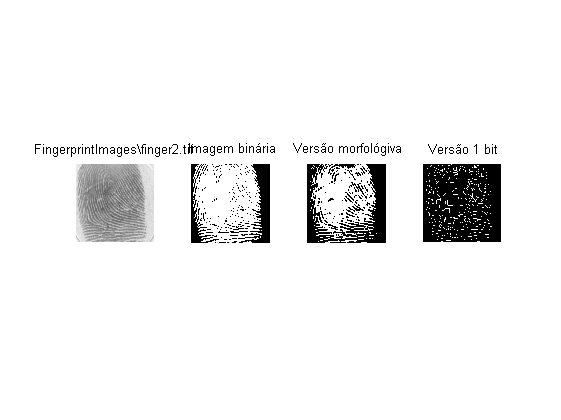
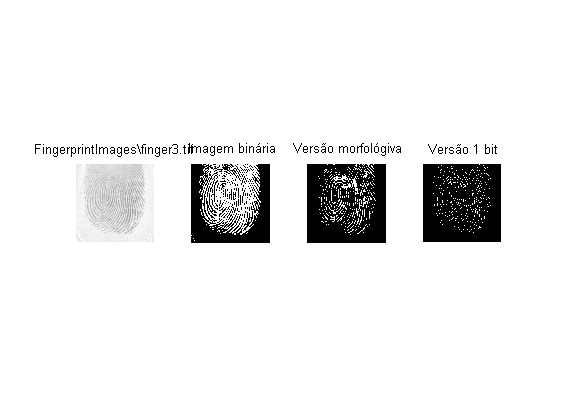
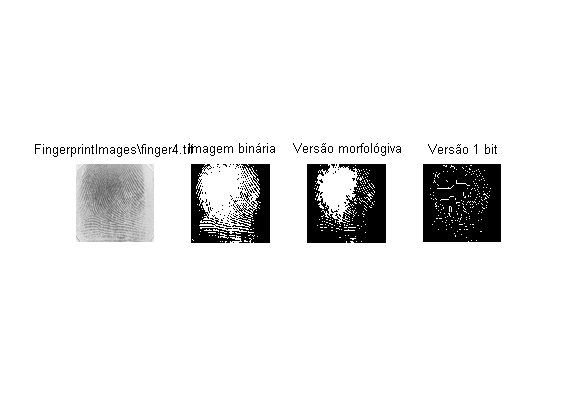
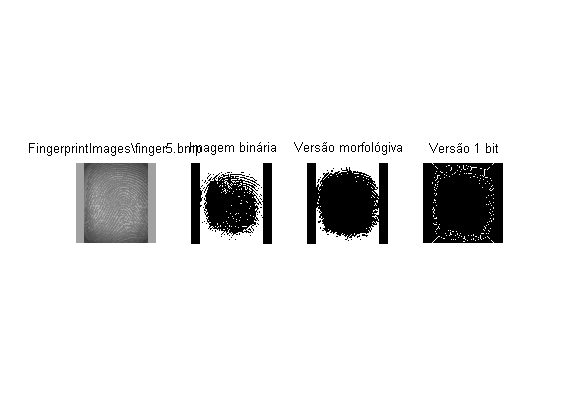
## Exercício 3

### Função fingerprint\_enhancement\_morph.m

A primeira imagem é a imagem original. A segunda imagem é a sua versão binaria com um limiar ótimo aplicando o método de Otsu. A terceira imagem é a versão morfológica, obtida aplicando sobre a imagem binaria as operações de abertura seguida de erosão. A quarta imagem é o esqueleto da versão morfológica, os pixéis nos limites são removidos, mas as linhas mantêm ligadas, as linhas da impressão digital apenas têm 1 bit de grossura.

* **Apresentação de resultados**

NOTA: A qualidade das imagens não é a melhor por isso as imagens estão disponíveis na pasta do exercício 3 com os nomes 1, 2, 3, 4 e 5 no formato .png.



### Função minutiae\_detection.m

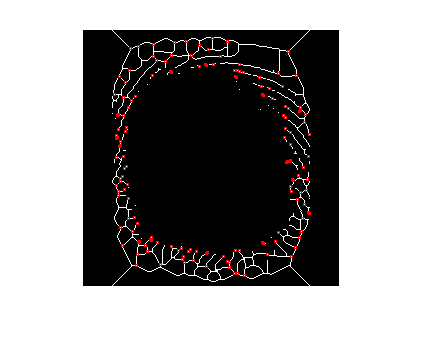
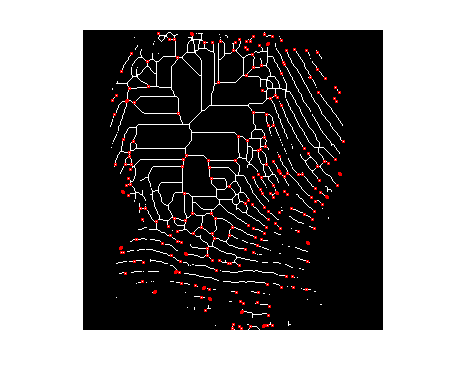
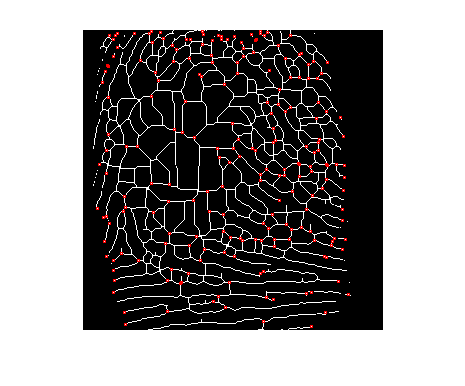
Esta função percorrer o esqueleto da versão morfológica, a qual resulta da função anterior, com as seguintes máscaras de forma a encontrar bifurcamentos.

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Documents and Settings\vinay\Desktop\5.bmp | Se o pixel central é 1 e tem exatamente 3 vizinhos de valor um, então o pixel central é um ramo. |
| C:\Documents and Settings\vinay\Desktop\6.bmp | Se o pixel central for 1 e tiver apenas 1 vizinho de valor um, então o pixel central é uma extremidade. |
| C:\Documents and Settings\vinay\Desktop\7.bmp | Se o pixel acima e o pixel à direita têm valor 1, então o ramo é triplo. |

Todos os pixéis onde esses bifurcamentos acontecem são guardados numa nova imagem binaria que servirá de máscara. Fazer uma soma da imagem (no formato RGB) com a máscara criada para obter os bifurcamentos com uma cor distinta.

* **Apresentação de resultados**

NOTA: A qualidade das imagens não é a melhor por isso as imagens estão disponíveis na pasta do exercício 3 com os nomes 1, 2, 3, 4 e 5 seguido de minutiae\_detection no formato .png.

Apesar de alguns bifurcamentos não serem detetados ao realizar esta operação é muito mais percetível todos as terminações de ramos e todos os biforcamentos. Através destes ponto torna-se mais fácil comparar impressões digitais.

## Exercício 4

### Projete, realize e avalie um módulo de deteção e reconhecimento facial, para um número reduzido de utilizadores

* **Descrição da realização das funcionalidades de deteção e de reconhecimento.**

Foi criada uma aplicação em c# com as seguintes opções:

1. Extrair características das:
   1. Imagens fornecidas na pasta FaceImages
   2. Imagens dos elementos do grupo
   3. Imagens fornece Cidas na base de dados CaltechFaceDatabase
2. Correr um classificador identificando a diretoria e o nome do ficheiro da imagem

Foi criada um aplicação em matlab (a partir da demo14) com a seguinte funcionalidade:

1. Utilizar o software weka para treinar e testar o classificador e avaliar a sua performance
   1. Obtendo uma tabela de comparação de resultados, a percentagem de erro global e o número de vezes em que o classificador falhou

Aplicação c#

Para **extrair as características** de uma pessoa é utilizada a Microsoft Face API, disponibilizada pela Microsoft AZURE em <https://docs.microsoft.com/pt-pt/azure/cognitive-services/face/quickstarts/csharp>. Esta API apenas permite 20 pedidos por minuto por isso de 20 em 20 pedidos é feito uma espera de 1 minuto e meio.

A chave deste tipo de aplicações é encontrar áreas de contrastes. O algoritmo de deteção é conhecido por Viola-Jones, funciona por repetidamente analisar as diferenças dos valores dos pixéis numa escala. Por exemplo a cana do nariz é mais clara do que a zona que a rodeia. Se forem encontradas suficientes compatibilidades chega-se à conclusão que está ali uma cara. Para detetar características faciais é usado um modelo baseado em amostras de coordenadas, as coordenadas são ajustadas às características da pessoa na imagem. Com as coordenadas da imagem é criada um objeto em json.

As características (que além de pontos de referia da máscara podem também ser detalhes como a cor do cabelo ou o tipo de óculos) estas são ordenadas em vetores. **Neste caso apenas foi utilizada uma característica (a idade) pois é suficientemente distinta, discriminatória e não tem dependências**.

O classificador foi gerado pelo software weka, na aplicação matlab. O reconhecimento é feito extraindo as características da pessoa na imagem e é apresentado o resultado do classificador.

Aplicação matlab:

Com os vetores obtidos é organizada uma matriz com o seguinte formato: .

Esta matriz é processada pela aplicação usando o software weka. Se a margem de erro global for aceitável regista-se classificar em árvore gerado na aplicação C#, caso contrário repete-se tudo a partir do ponto 2.

* **Apresentação de resultados experimentais de deteção e reconhecimento, usando imagens de uma base de dados específica para este efeito ou do conjunto FaceImages.zip.**

Matriz construída sobre os vetores obtidos pela aplicação C#

[42.9,1; 45.2,1; 44.8,1; 45.2,1; 44.5,1; 43.3,1; 40.1,1; 43.0,1; 45.1,1; 46.6,1; 43.6,1; 44.6,1; 43.3,1; 45.8,1; 44.8,1; 46.7,1; 45.4,1; 43.4,1; 47.8,1; 44.5,1; 45.6,1;

36.8,2; 36.1,2; 35.6,2; 39.7,2; 37.1,2; 39.4,2; 37.3,2; 38.1,2; 38.8,2; 37.6,2; 37.6,2; 39.5,2; 38.1,2; 38.0,2; 37.7,2; 39.7,2; 41.5,2; 37.3,2; 38.4,2; 37.6,2; 38.8,2;

32.3,3; 29.7,3; 30.7,3; 32.0,3; 34.7,3; 29.2,3; 33.5,3; 27.7,3; 34.7,3; 30.2,3; 32.2,3; 31.0,3; 29.8,3; 27.2,3; 32.5,3; 35.1,3]

Dataset: 58 patterns

Class 1 = 21

Class 2 = 21

Class 3 = 16

SVM classifier

Err\_perc = 16.1111

Err\_number = 29

Decision tree classifier

Err\_perc = 7.2222

Err\_number = 13

Árvore de decisão:

inp 1 <= 34.7: out 3 (10.0)

inp 1 > 34.7

| inp 1 <= 39.7: out 2 (10.0)

| inp 1 > 39.7: out 1 (10.0)

Testar com a primeira imagem:

Características extraídas:



Vetor:

[45.6,1]

Após correr o classificador o resultado é:



* **Apresentação de resultados experimentais, usando imagens dos elementos do grupo de trabalho (ou de outras pessoas à sua escolha).**
* 40602.jpg

Algumas das possíveis características a extrair:

**[{**"faceRectangle"**:{**"top"**:**365**,**"left"**:**278**,**"width"**:**530**,**"height"**:**530**},**"faceLandmarks"**:{**"pupilLeft"**:{**"x"**:**431.6**,**"y"**:**496.9**},**"pupilRight"**:{**"x"**:**665.4**,**"y"**:**511.1**},**"noseTip"**:{**"x"**:**548.7**,**"y"**:**672.4**},**"mouthLeft"**:{**"x"**:**426.4**,**"y"**:**742.9**},**"mouthRight"**:{**"x"**:**641.8**,**"y"**:**753.2**},**"eyebrowLeftOuter"**:{**"x"**:**308.6**,**"y"**:**464.9**},**"eyebrowLeftInner"**:{**"x"**:**508.3**,**"y"**:**486.8**},**"eyeLeftOuter"**:{**"x"**:**388.6**,**"y"**:**498.4**},**"eyeLeftTop"**:{**"x"**:**424.8**,**"y"**:**482.4**},**"eyeLeftBottom"**:{**"x"**:**419.5**,**"y"**:**515.1**},**"eyeLeftInner"**:{**"x"**:**458.8**,**"y"**:**507.2**},**"eyebrowRightInner"**:{**"x"**:**596.1**,**"y"**:**477.8**},**"eyebrowRightOuter"**:{**"x"**:**766.1**,**"y"**:**477.1**},**"eyeRightInner"**:{**"x"**:**618.1**,**"y"**:**519.6**},**"eyeRightTop"**:{**"x"**:**659.7**,**"y"**:**496.0**},**"eyeRightBottom"**:{**"x"**:**662.8**,**"y"**:**530.5**},**"eyeRightOuter"**:{**"x"**:**701.2**,**"y"**:**516.6**},**"noseRootLeft"**:{**"x"**:**510.4**,**"y"**:**523.7**},**"noseRootRight"**:{**"x"**:**580.8**,**"y"**:**527.2**},**"noseLeftAlarTop"**:{**"x"**:**490.1**,**"y"**:**619.8**},**"noseRightAlarTop"**:{**"x"**:**595.2**,**"y"**:**617.5**},**"noseLeftAlarOutTip"**:{**"x"**:**459.5**,**"y"**:**657.8**},**"noseRightAlarOutTip"**:{**"x"**:**621.0**,**"y"**:**659.5**},**"upperLipTop"**:{**"x"**:**540.4**,**"y"**:**758.4**},**"upperLipBottom"**:{**"x"**:**540.3**,**"y"**:**772.5**},**"underLipTop"**:{**"x"**:**540.2**,**"y"**:**765.6**},**"underLipBottom"**:{**"x"**:**540.8**,**"y"**:**800.6**}},**"faceAttributes"**:{**"gender"**:**"female"**,**"age"**:**23.4**}}]**sara

Características extraídas:



Vetor:

[23.4,1]

Após correr o classificador o resultado é:



* 40686.jpg

Algumas das possíveis características a extrair:

**[{**"faceRectangle"**:{**"top"**:**214**,**"left"**:**89**,**"width"**:**230**,**"height"**:**230**},**"faceLandmarks"**:{**"pupilLeft"**:{**"x"**:**147.6**,**"y"**:**287.5**},**"pupilRight"**:{**"x"**:**245.9**,**"y"**:**268.6**},**"noseTip"**:{**"x"**:**202.1**,**"y"**:**334.6**},**"mouthLeft"**:{**"x"**:**167.6**,**"y"**:**392.9**},**"mouthRight"**:{**"x"**:**261.3**,**"y"**:**373.7**},**"eyebrowLeftOuter"**:{**"x"**:**98.1**,**"y"**:**272.8**},**"eyebrowLeftInner"**:{**"x"**:**162.2**,**"y"**:**258.4**},**"eyeLeftOuter"**:{**"x"**:**128.7**,**"y"**:**292.6**},**"eyeLeftTop"**:{**"x"**:**144.4**,**"y"**:**280.6**},**"eyeLeftBottom"**:{**"x"**:**147.6**,**"y"**:**295.9**},**"eyeLeftInner"**:{**"x"**:**164.9**,**"y"**:**286.7**},**"eyebrowRightInner"**:{**"x"**:**218.7**,**"y"**:**248.6**},**"eyebrowRightOuter"**:{**"x"**:**291.7**,**"y"**:**240.1**},**"eyeRightInner"**:{**"x"**:**226.6**,**"y"**:**276.3**},**"eyeRightTop"**:{**"x"**:**242.1**,**"y"**:**262.6**},**"eyeRightBottom"**:{**"x"**:**247.0**,**"y"**:**277.6**},**"eyeRightOuter"**:{**"x"**:**260.6**,**"y"**:**267.2**},**"noseRootLeft"**:{**"x"**:**174.7**,**"y"**:**284.8**},**"noseRootRight"**:{**"x"**:**212.8**,**"y"**:**280.3**},**"noseLeftAlarTop"**:{**"x"**:**176.7**,**"y"**:**322.2**},**"noseRightAlarTop"**:{**"x"**:**222.0**,**"y"**:**315.5**},**"noseLeftAlarOutTip"**:{**"x"**:**170.5**,**"y"**:**342.0**},**"noseRightAlarOutTip"**:{**"x"**:**236.1**,**"y"**:**331.8**},**"upperLipTop"**:{**"x"**:**208.7**,**"y"**:**375.0**},**"upperLipBottom"**:{**"x"**:**211.3**,**"y"**:**386.6**},**"underLipTop"**:{**"x"**:**213.0**,**"y"**:**387.8**},**"underLipBottom"**:{**"x"**:**215.9**,**"y"**:**403.4**}},**"faceAttributes"**:{**"gender"**:**"male"**,**"age"**:**30.2**}}]**eduardo

Características extraídas:



Vetor:

[30.2,2]

Após correr o classificador o resultado é:

