Aula 15 – Classificação de imagens

Prof. João Fernando Mari
joaofmari.github.io
joaof.mari@ufv.br

Roteiro

- Um problema de classificação
- Pipelines de classificação
- Modelos de aprendizado
- Validação cruzada
- Avaliação dos resultados

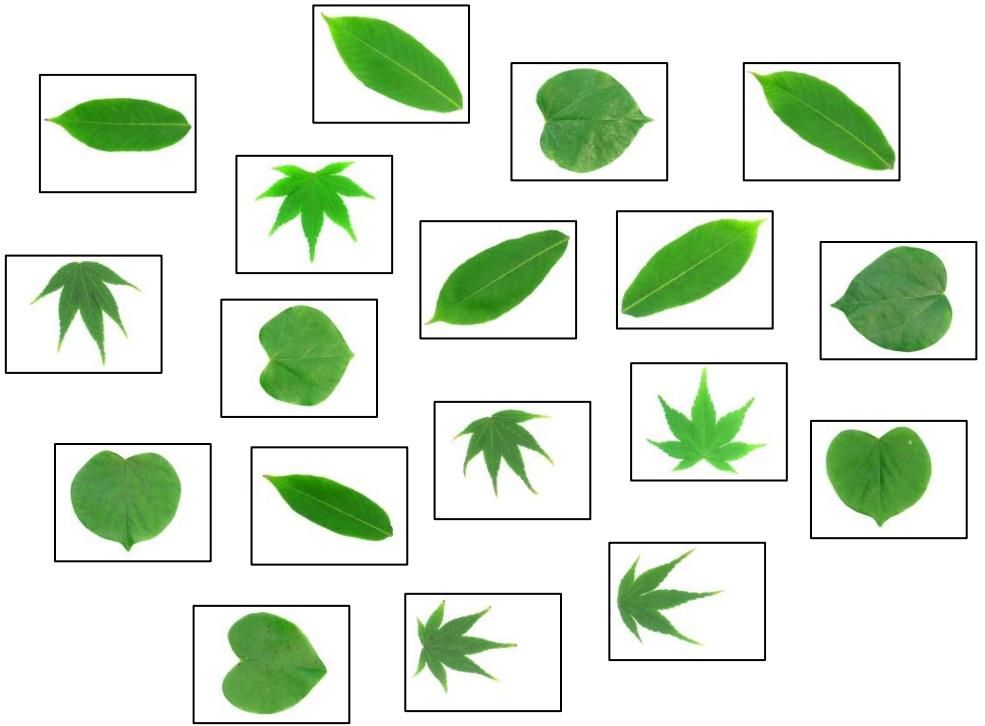
UM PROBLEMA DE CLASSIFICAÇÃO

Um problema de classificação

- Aprender a classificar três tipos (classes) de folhas a partir de imagens.

- Flavia leaf dataset:
  - http://flavia.sourceforge.net/
  - 1.907 imagens
  - 33 classes

- Selecionamos 3 classes:
  - *aesculus chinensis*
  - *acer palmatum*
  - *cercis chinensis*

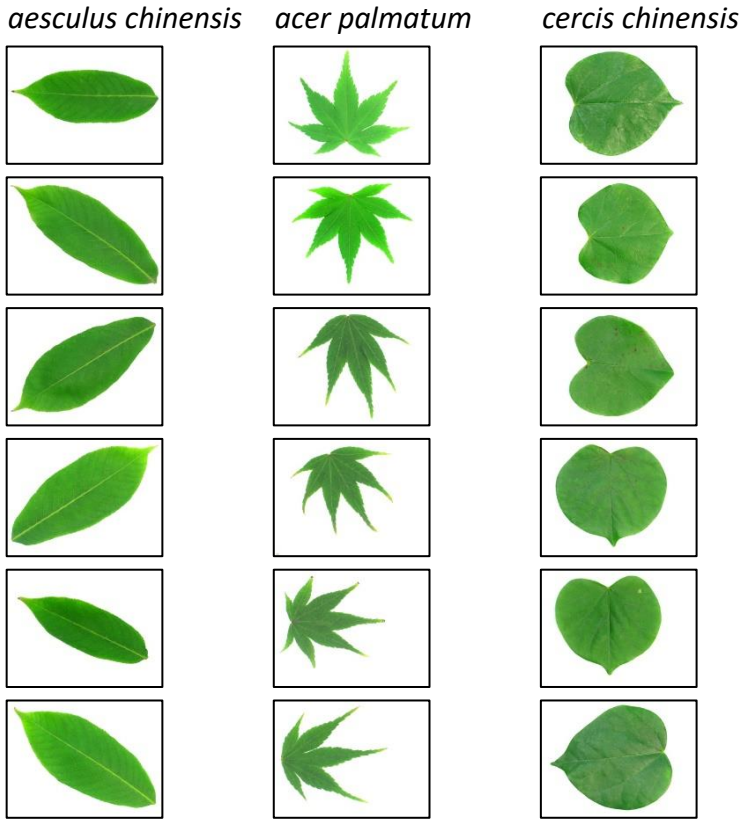


Um problema de classificação

- Aprender a classificar três tipos (classes) de folhas a partir de imagens.

- Extração de características:
  - Selecionar características das imagens que podem ser usadas para distinguir entre as classes.

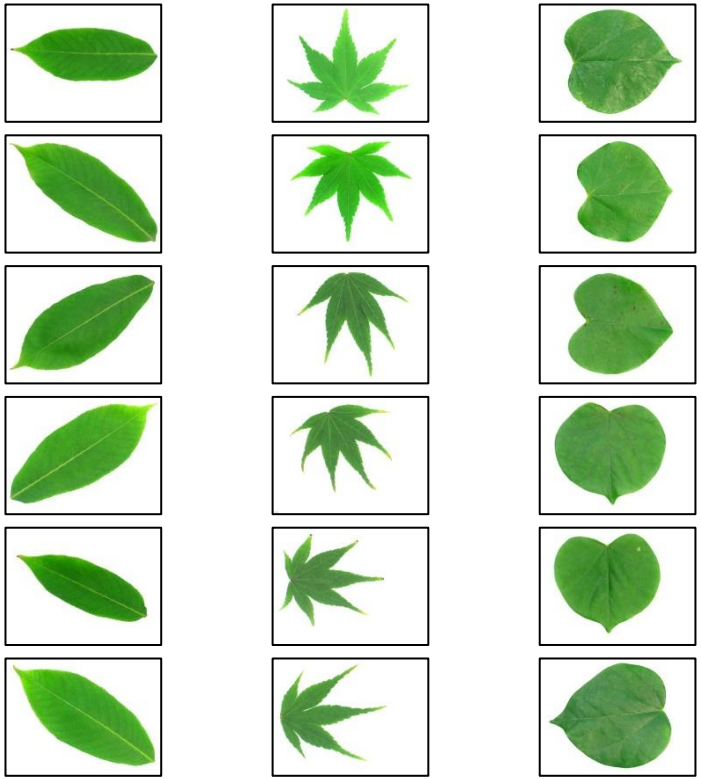
- Características podem ser:
  - Formas
  - Cores
  - Texturas
  - Histograma de gradientes (HoG)
  - *Bag of Visual Words*
  - *Fisher Vectors*
  - ...



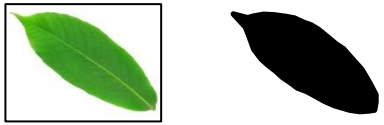
Um problema de classificação

- Características de forma:

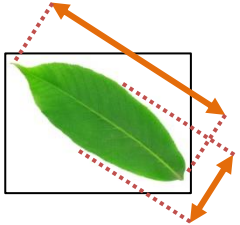
aesculus chinensis *acer palmatum* *cercis chinensis*



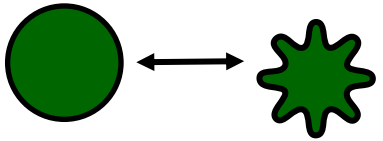
Área:



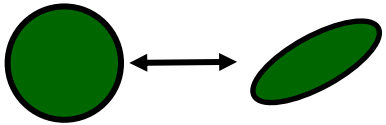
Eixos:



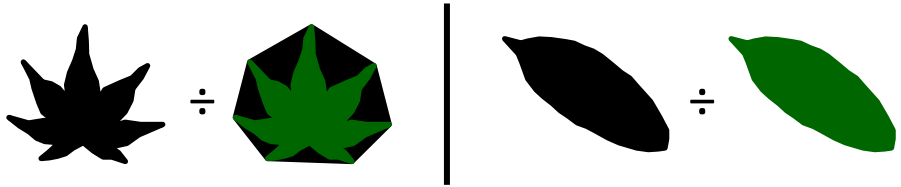
Circularidade:



Excentricidade:



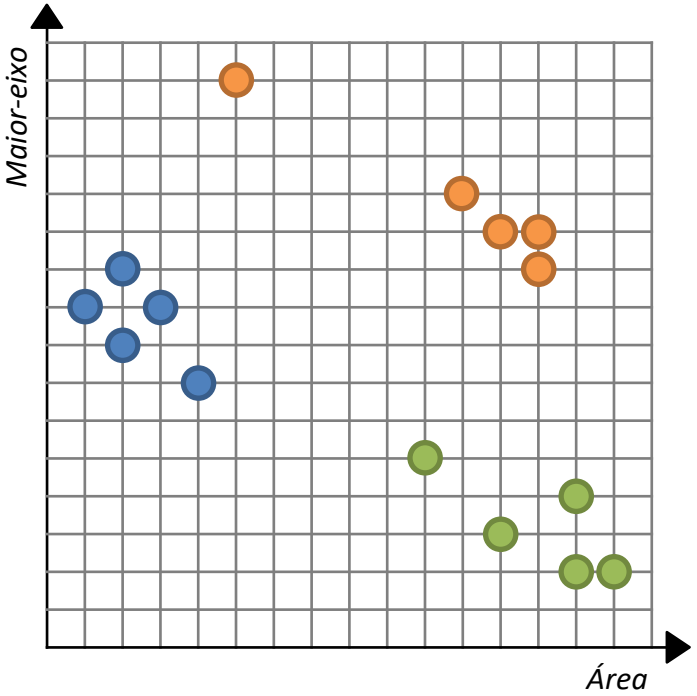
Solidez:



Um problema de classificação

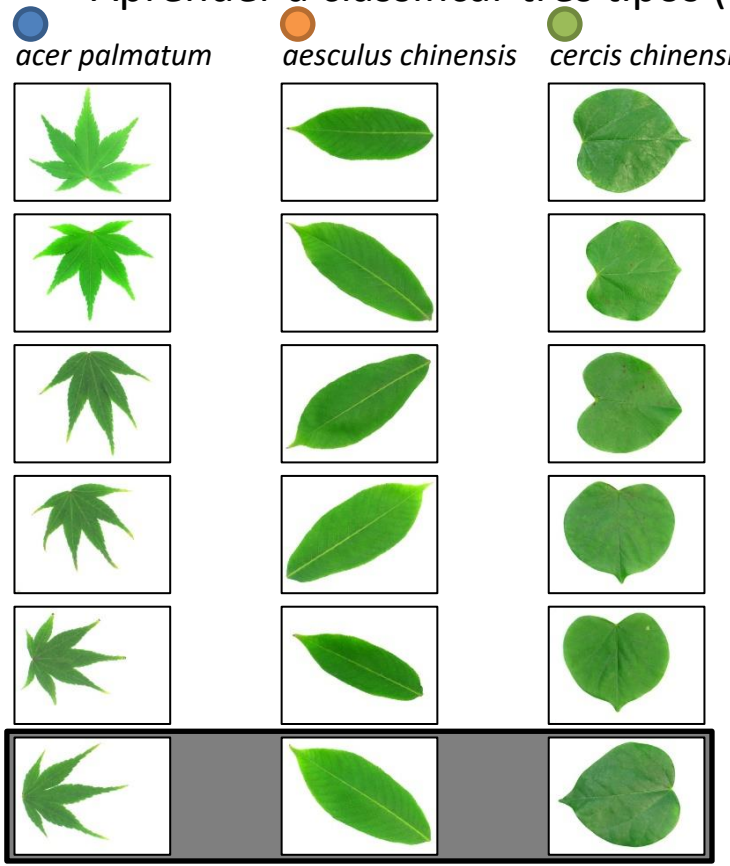
- Aprender a classificar três tipos (classes) de folhas a partir de imagens.

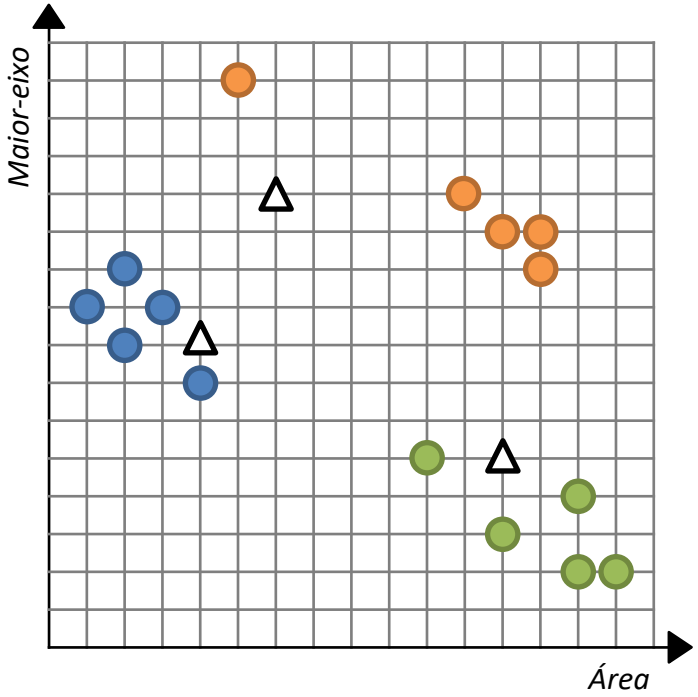
acer palmatum *aesculus chinensis* *cercis chinensis*



Um problema de classificação

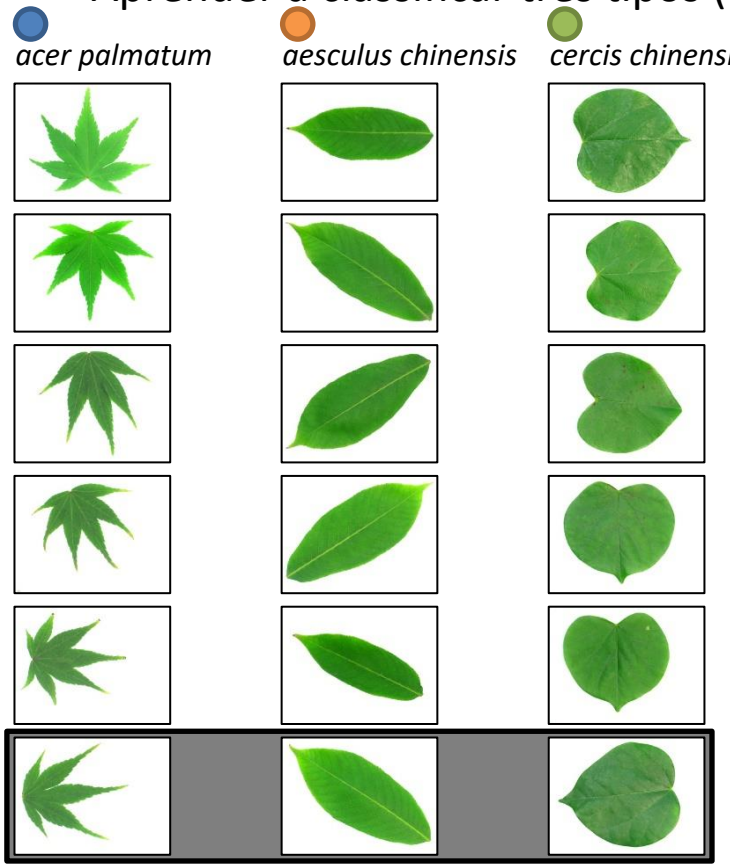
- Aprender a classificar três tipos (classes) de folhas a partir de imagens.



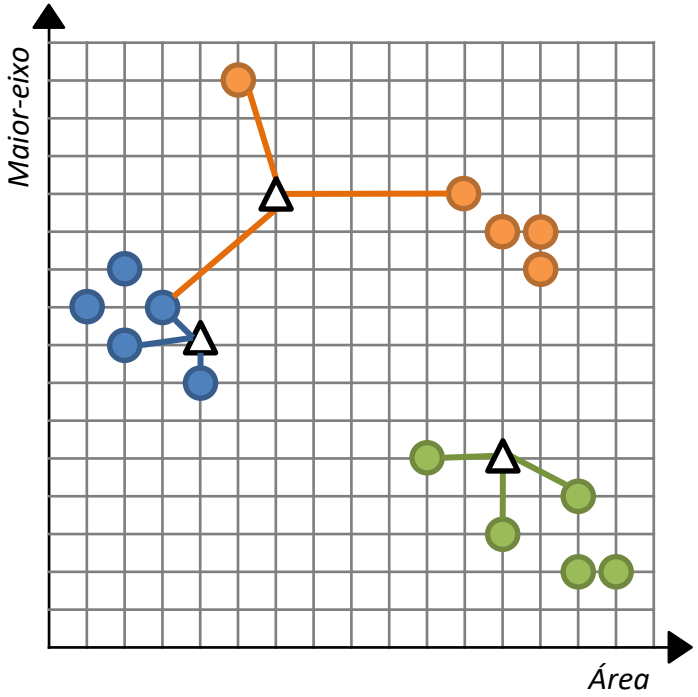


K-vizinhos mais próximos

- Aprender a classificar três tipos (classes) de folhas a partir de imagens.

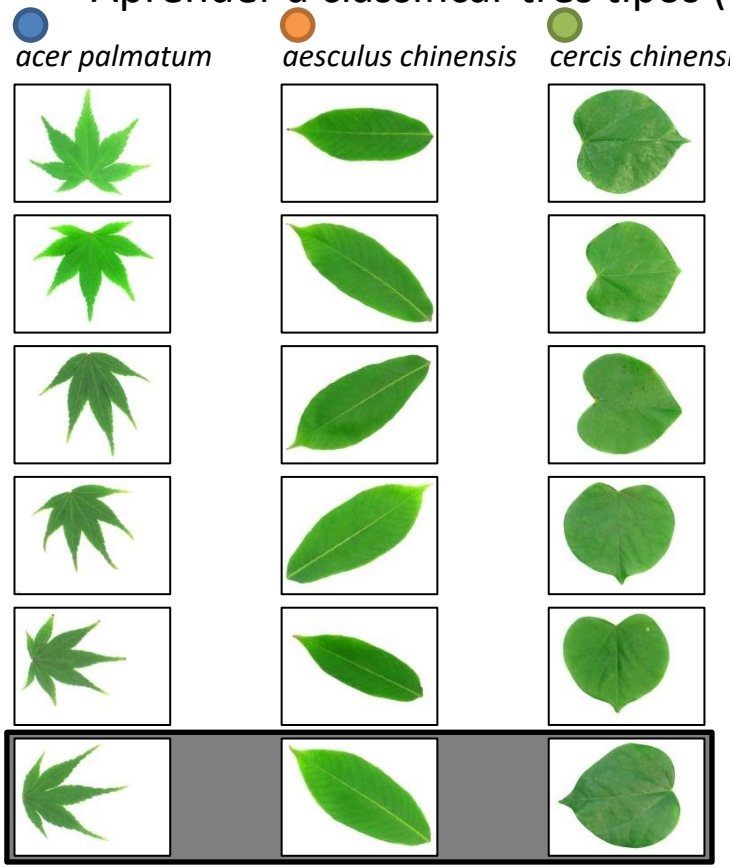


$k = 3$

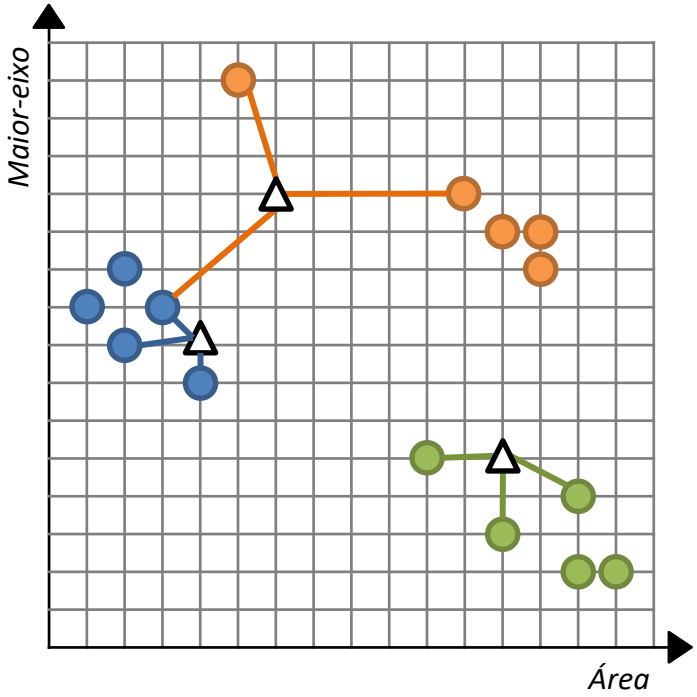


K-vizinhos mais próximos

- Aprender a classificar três tipos (classes) de folhas a partir de imagens.

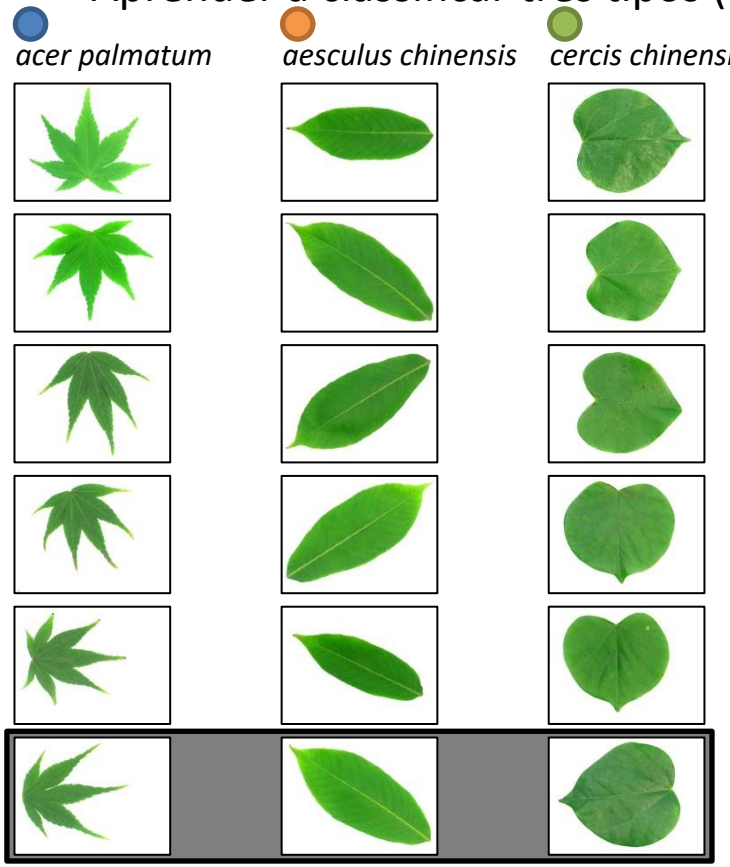


$k = 3$

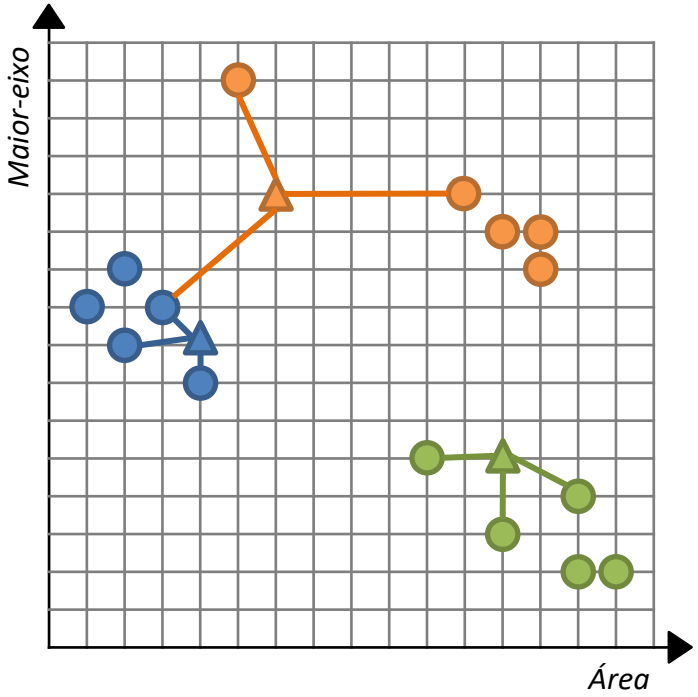


K-vizinhos mais próximos

- Aprender a classificar três tipos (classes) de folhas a partir de imagens.

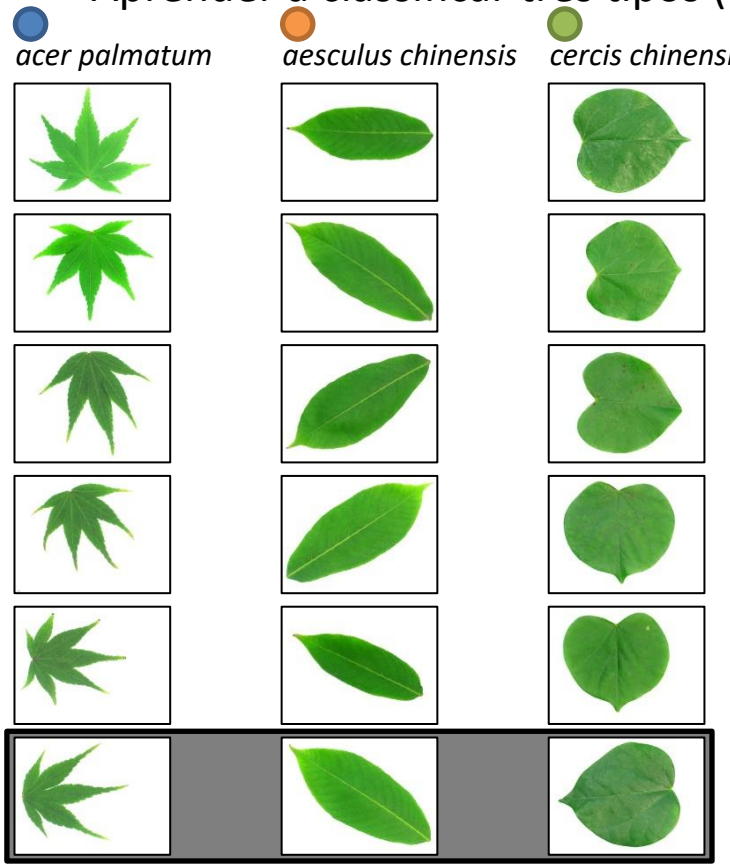


$k = 3$

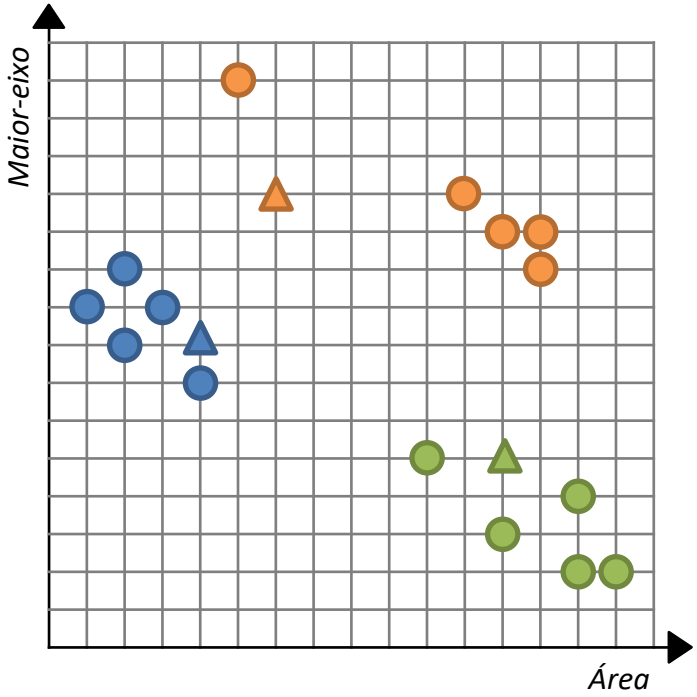


K-vizinhos mais próximos

- Aprender a classificar três tipos (classes) de folhas a partir de imagens.



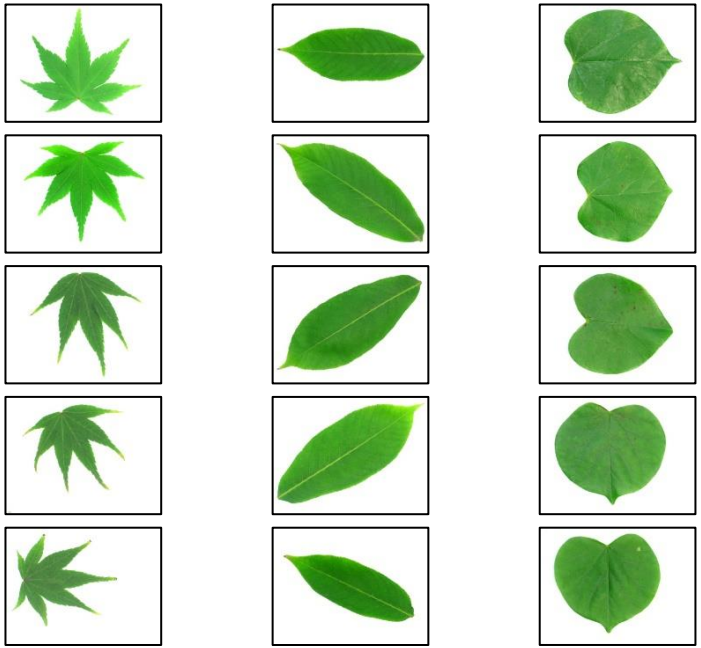
$k = 3$

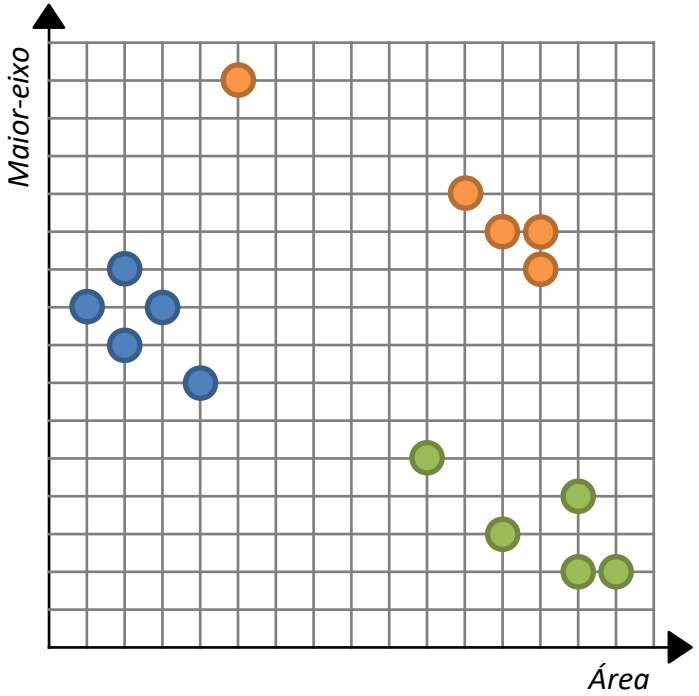


Funções lineares (Perceptrons)

- Aprender a classificar três tipos (classes) de folhas a partir de imagens.

acer palmatum *aesculus chinensis* *cercis chinensis*

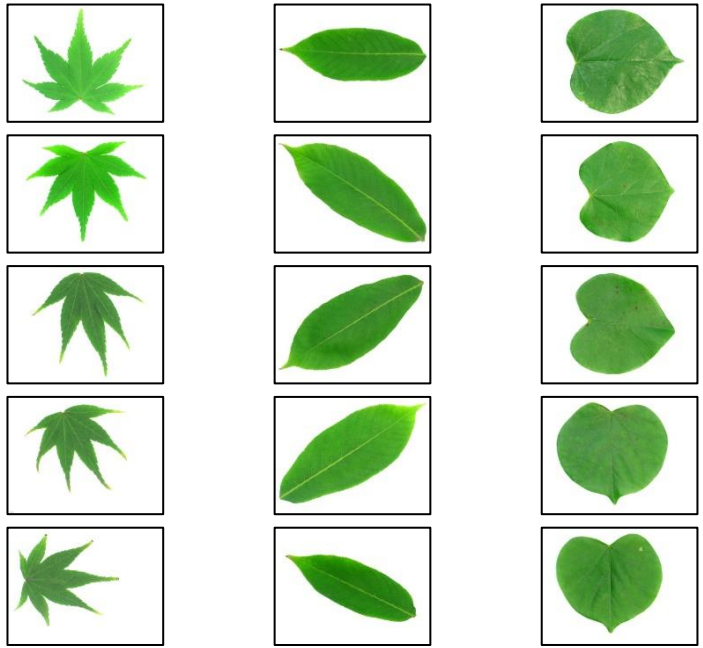


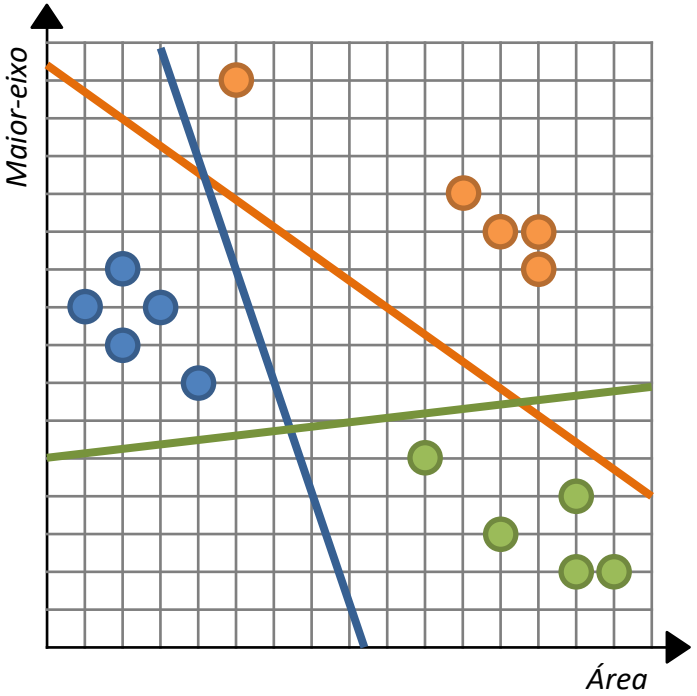


Funções lineares (Perceptrons)

- Aprender a classificar três tipos (classes) de folhas a partir de imagens.

acer palmatum *aesculus chinensis* *cercis chinensis*

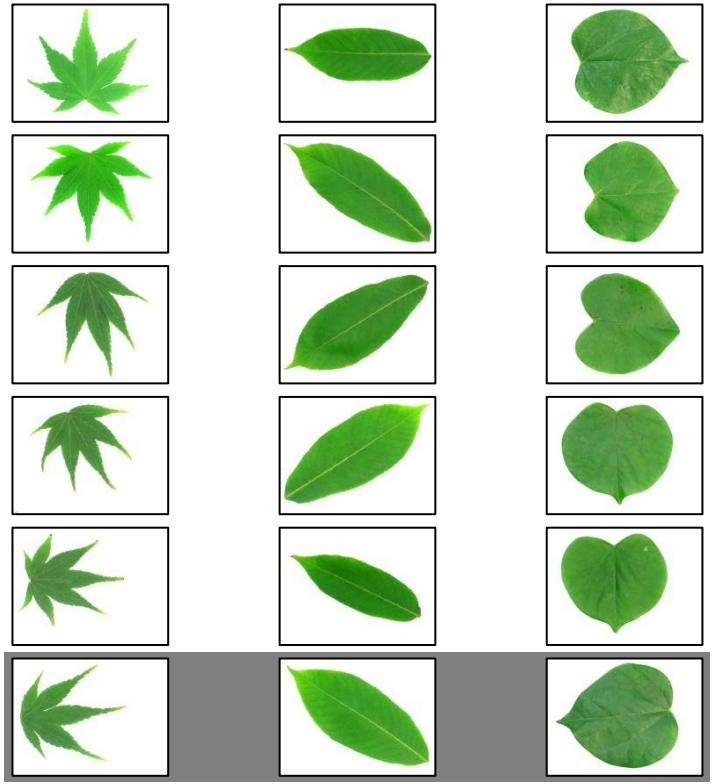


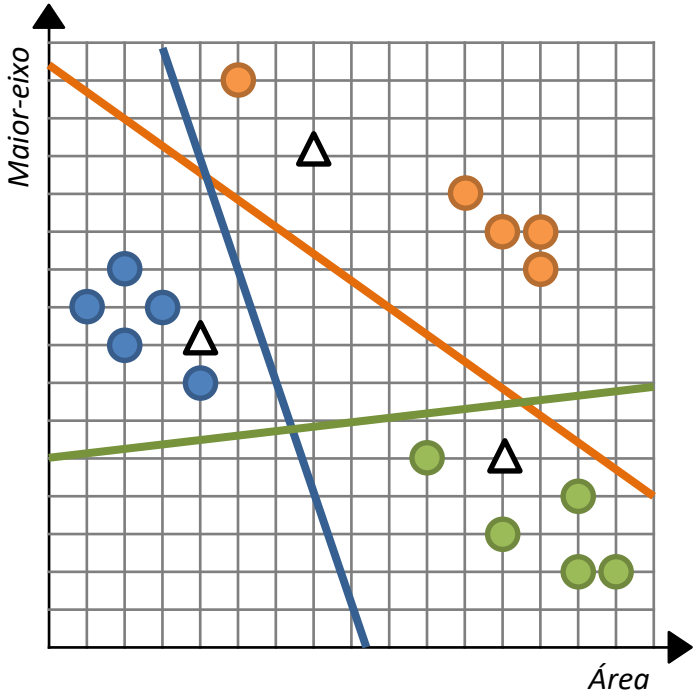


Funções lineares (Perceptrons)

- Aprender a classificar três tipos (classes) de folhas a partir de imagens.

acer palmatum *aesculus chinensis* *cercis chinensis*

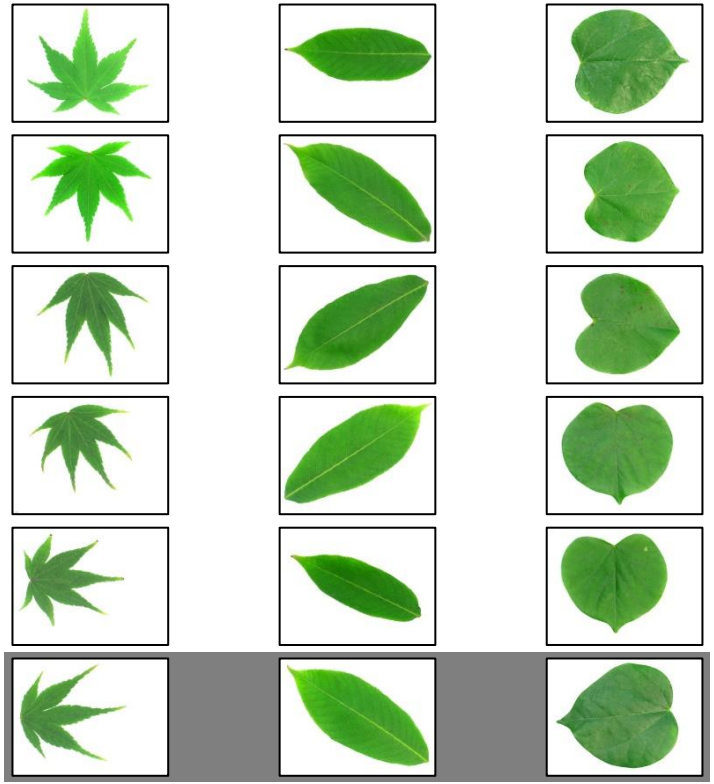


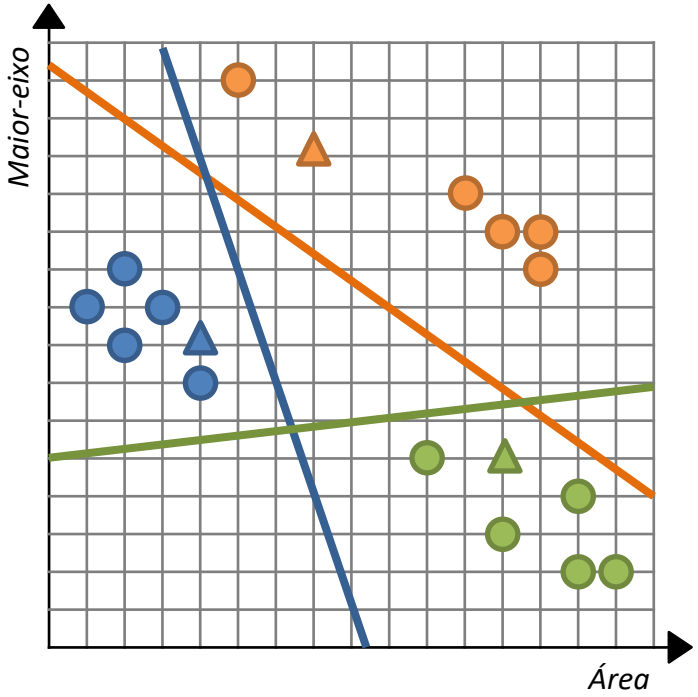


Funções lineares (Perceptrons)

- Aprender a classificar três tipos (classes) de folhas a partir de imagens.

acer palmatum *aesculus chinensis* *cercis chinensis*

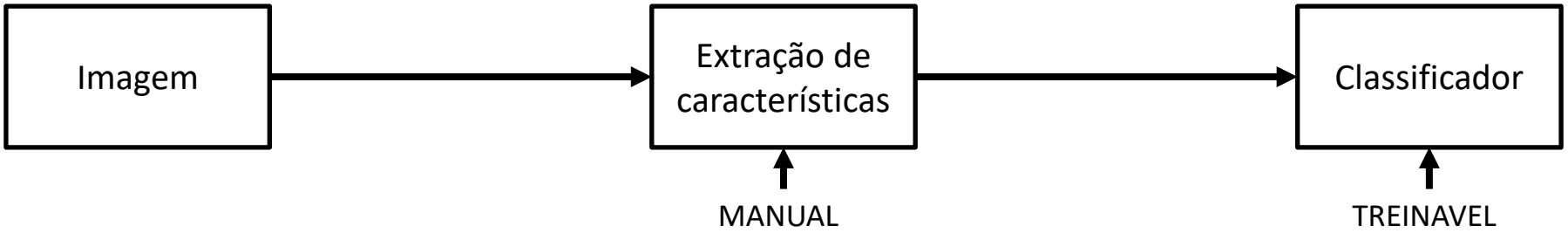




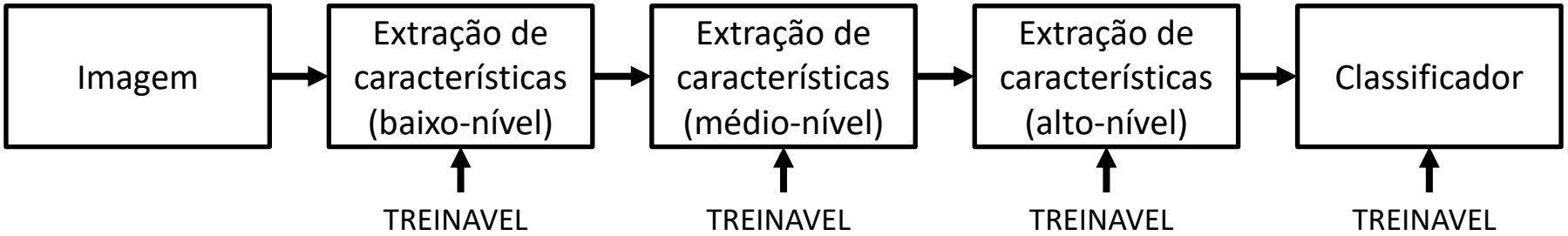
PIPELINES DE CLASSIFICAÇÃO

Pipelines de classificação

Pipeline clássico de classificação de imagens



Deep Learning



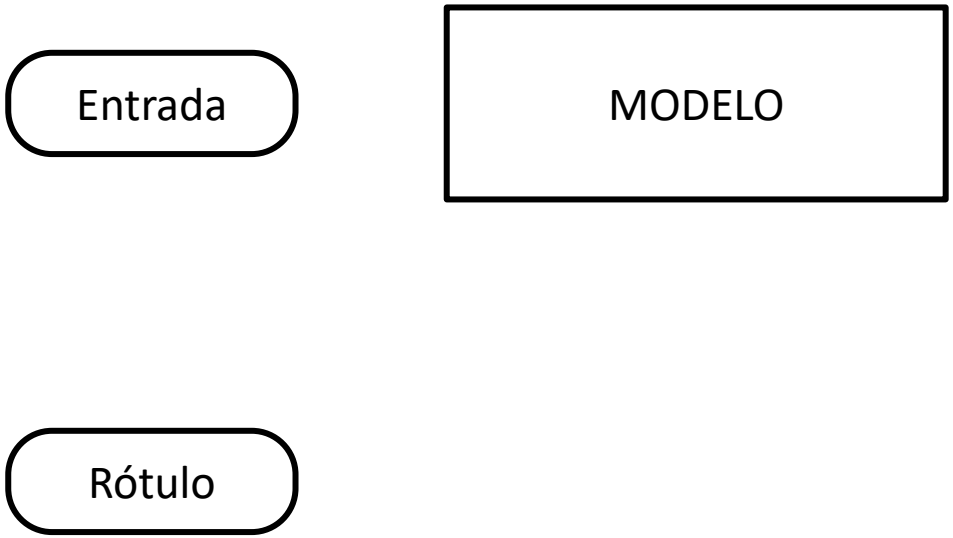
Yann LeCun's Deep Learning Course at CDS - SPRING 2021

MODELOS DE APRENDIZADO

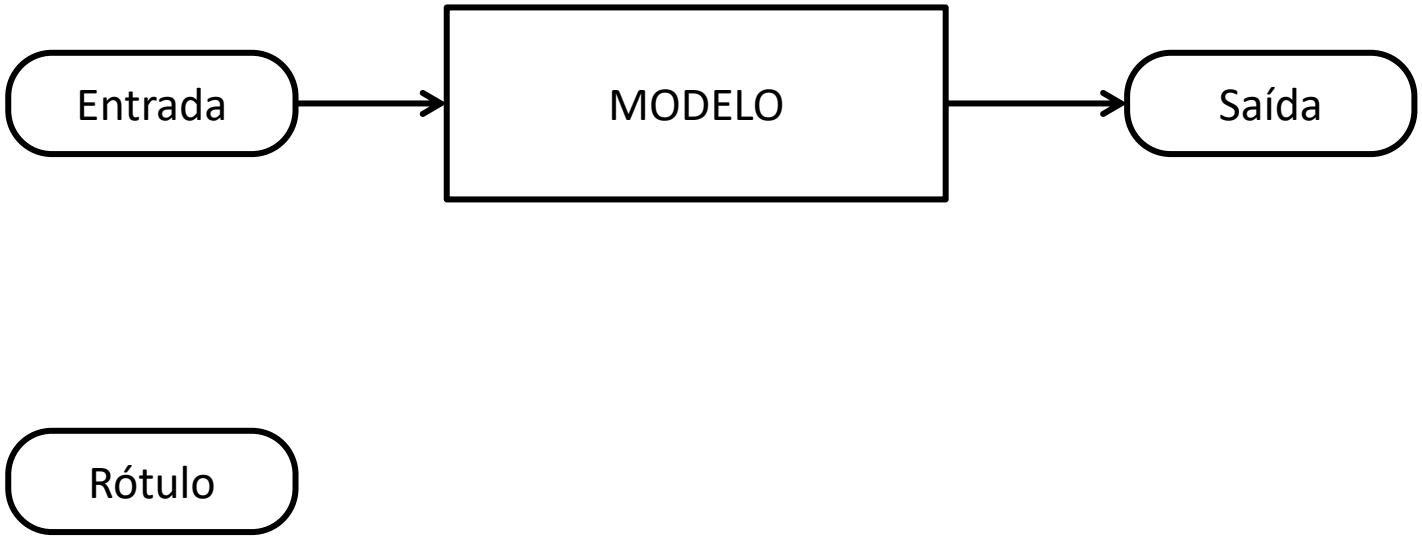
Modelos de aprendizado

- Aprendizado supervisionado
- Aprendizado não supervisionado
- Aprendizado por reforço
- Aprendizado semi-supervisionado

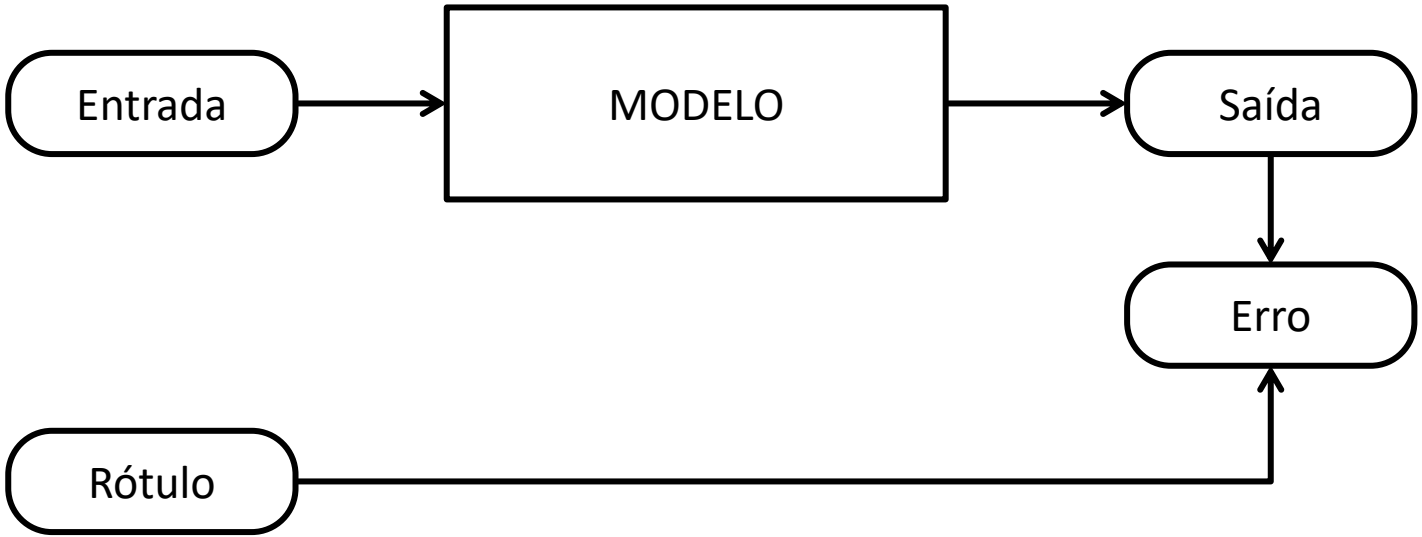
Aprendizado supervisionado



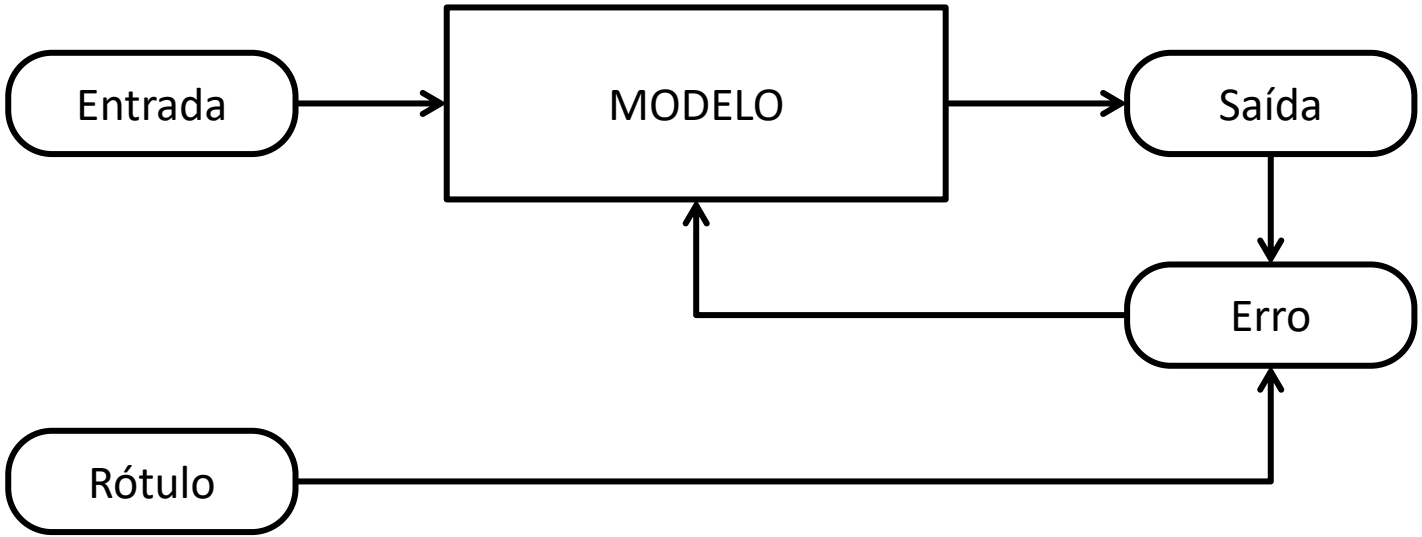
Aprendizado supervisionado



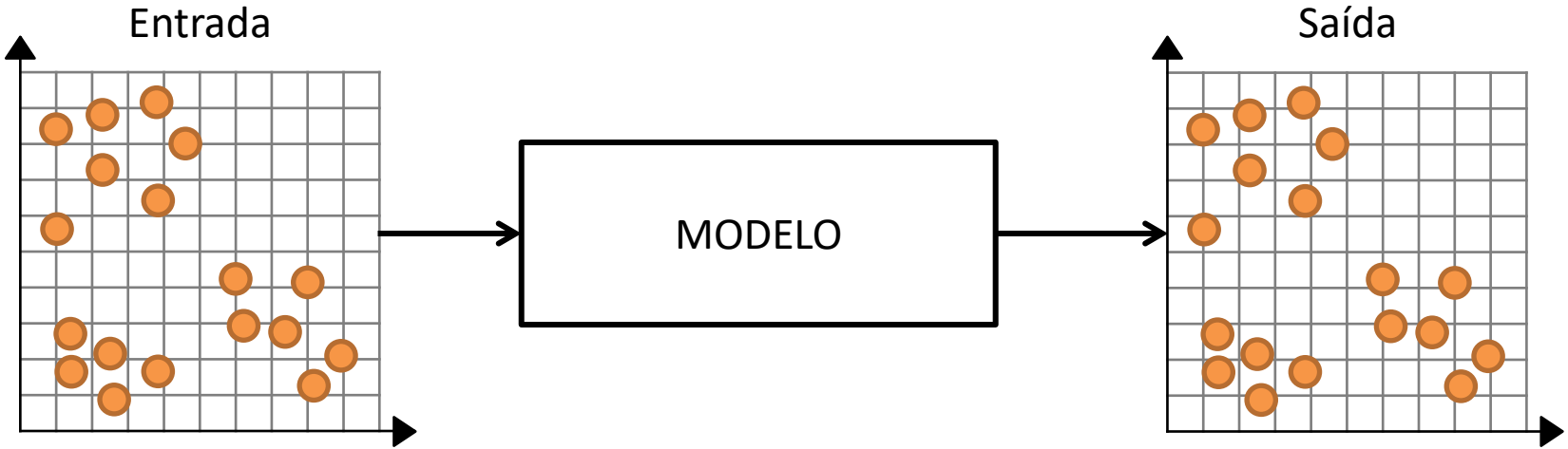
Aprendizado supervisionado



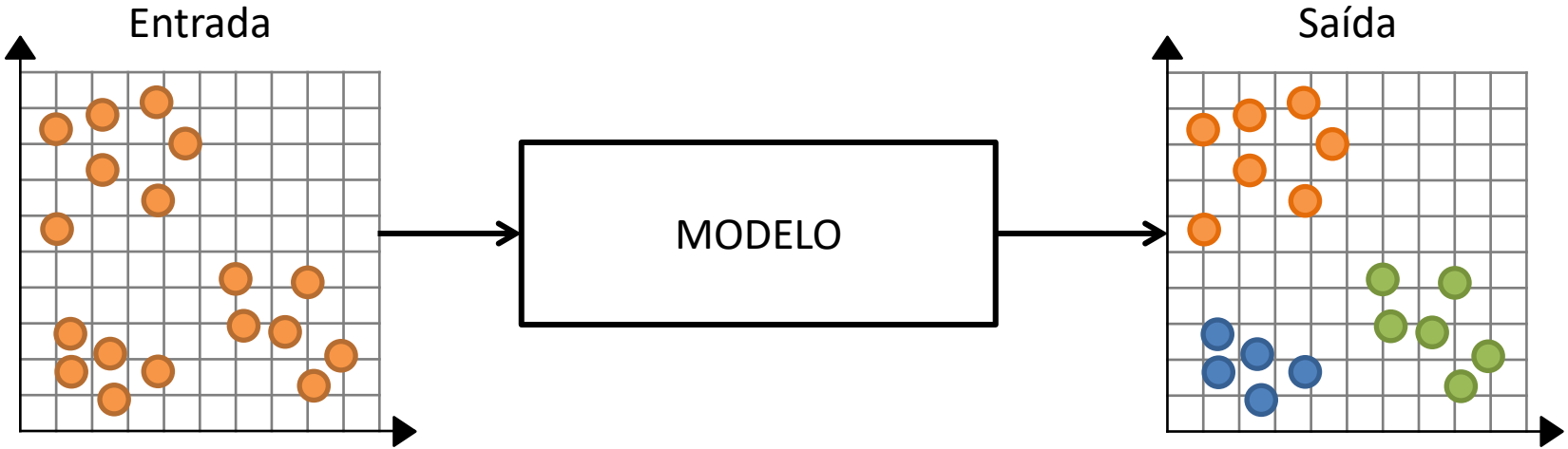
Aprendizado supervisionado



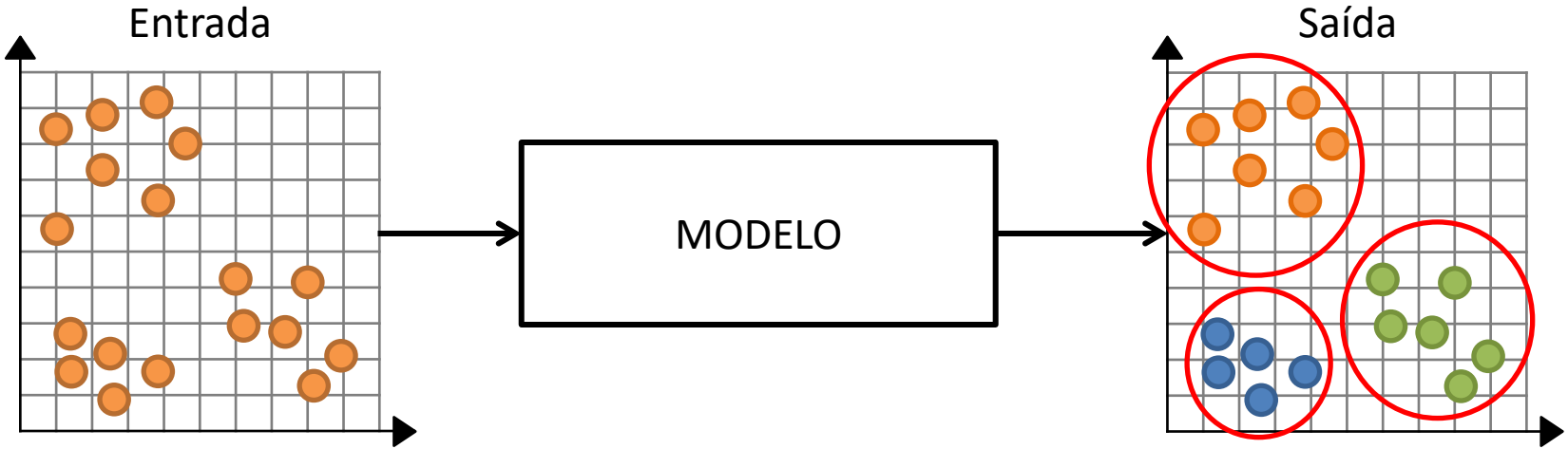
Aprendizado não-supervisionado



Aprendizado não-supervisionado

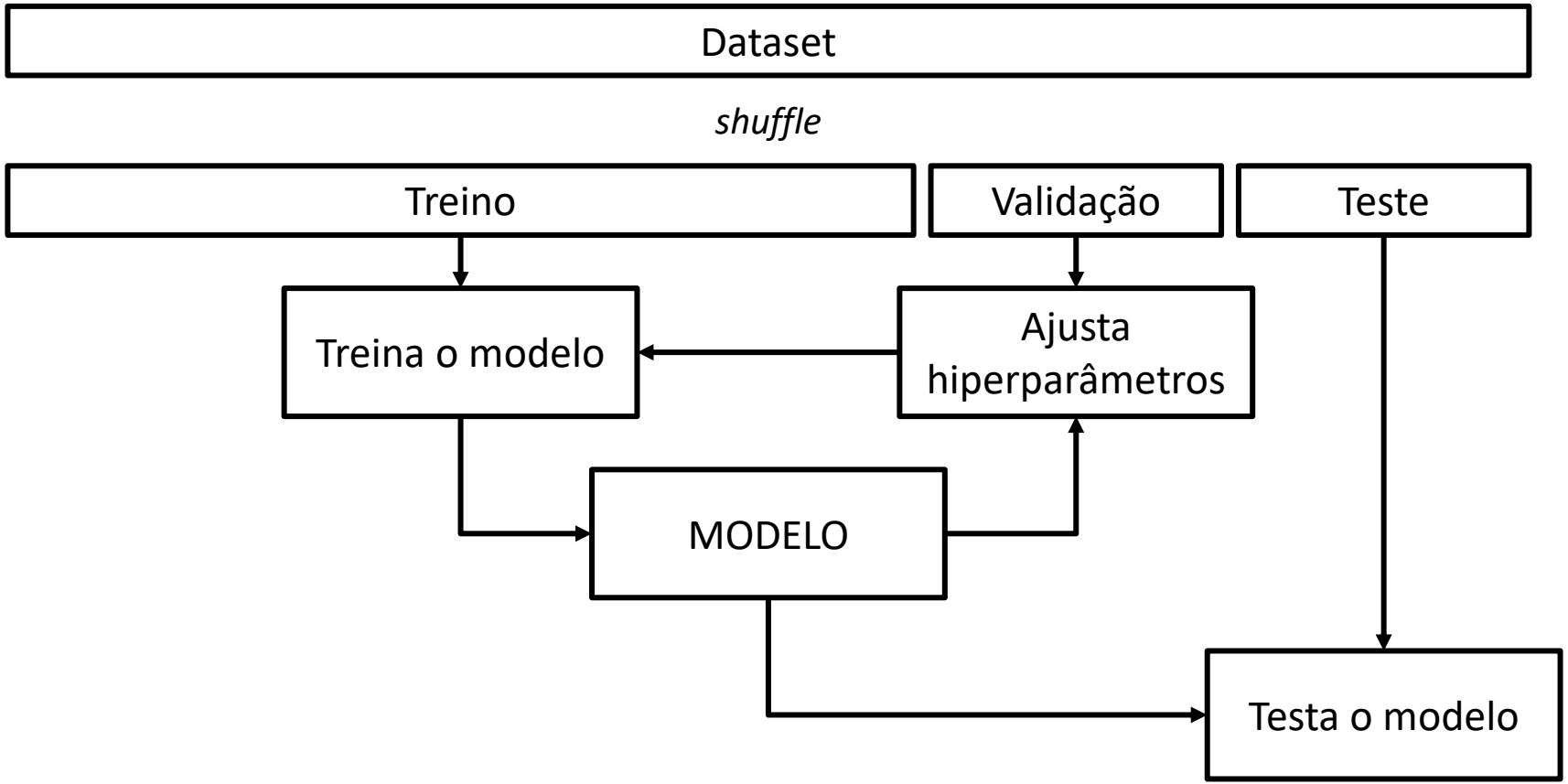


Aprendizado não-supervisionado

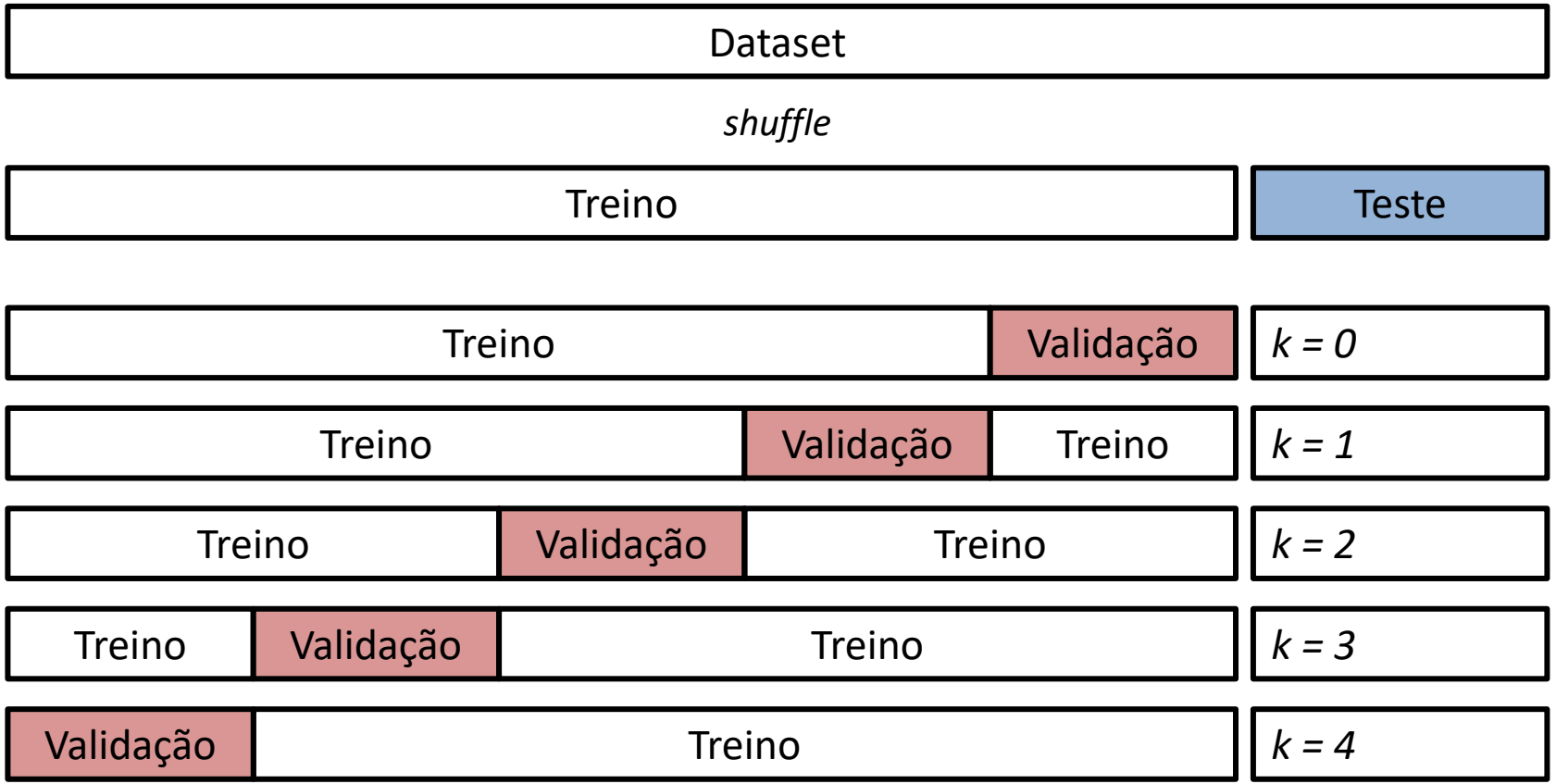


VALIDAÇÃO CRUZADA

Validação cruzada hold-out



Validação cruzada k-fold



AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Matriz de confusão

- Verdadeiro positivo (TP):
  - Objetos da classe C1 classificados como C1.
- Verdadeiro negativo (TN):
  - Objetos de outras classes (C2 e C3) classificados como não sendo C1.
- Falso positivo (FP) (erro tipo I):
  - Objetos classificados como C1 mas pertencem a outras classes (C2 ou C3).
- Falso negativo (FN) (erro tipo II):
  - Objetos da classe C1 classificados como outras classes (C2 ou C3).

		Classificação			
		Classe C1	**Classe C2**	**Classe C3**	**Soma**
Classe real	**Classe C1**	5	3	0	*8*
	Classe C2	2	3	1	*6*
	Classe C3	0	2	11	*13*
	Soma	*7*	*8*	*12*	

Classe C1		Classificação	
		Classe C1	Outras
Classe real	Classe C1	TP - 5	FN - 3
	Outras	FP - 2	TN - 17

Acurácia, precisão, sensibilidade e F1-score

- Acurácia (*Accuracy*):
  - *Acurácia = (TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)*
- Precisão (*Precision*):
  - *Precisão = TP / (TP + FP)*
- Sensitividade (Recall):
  - *Sensitividade = TP / TP + FN*
- Índice-F1 (*F1-score*):
  - *F1 = (2*TP) / (2*TP + FP + FN)*
- Suporte (*Support*):
  - *Suporte = TP + FP*

Referencias

- GONZALEZ, R.C.; WOODS, R.E.; **Processamento Digital de Imagens.** 3ª edição. Editora Pearson, 2009.
- COSTA, L. DA F.; CESAR-JR., R. M. **Shape analysis and classification : theory and practice**. CRC Press, 2000. Capítulo 8.
- Yann LeCun', Alfredo Canziani. **Yann LeCun's Deep Learning Course at CDS** - SPRING 2021
  - https://cds.nyu.edu/deep-learning/

```
@misc{mari_im_proc_2023,
       author = {João Fernando Mari},
       title = {Classificação de imagens},
       year = {2023},
       publisher = {GitHub},
       journal = {Introdução ao Processamento Digital de Imagens - UFV},
       howpublished = {\url{https://github.com/joaofmari/SIN392_Introduction-to-digital-image-processing_2023}}
}
```

FIM