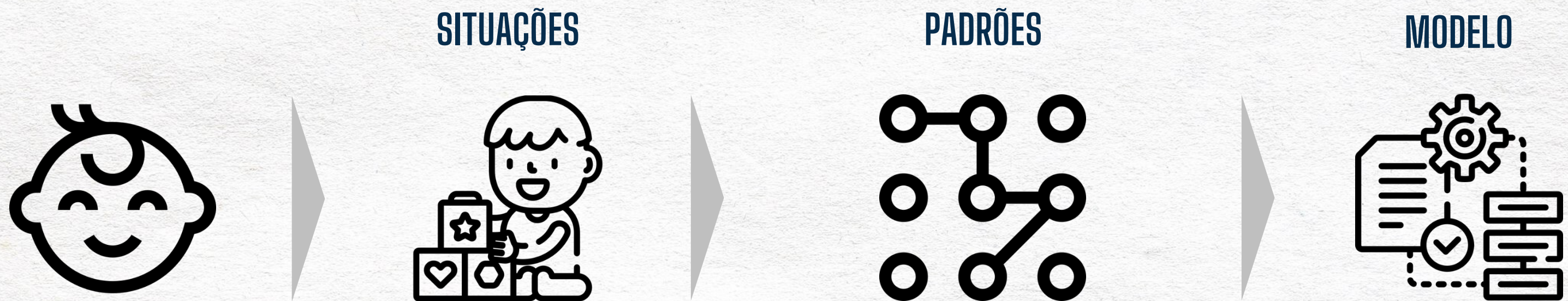


APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?
(revisando o já vimos no módulo “**Como as máquinas aprendem?**”)

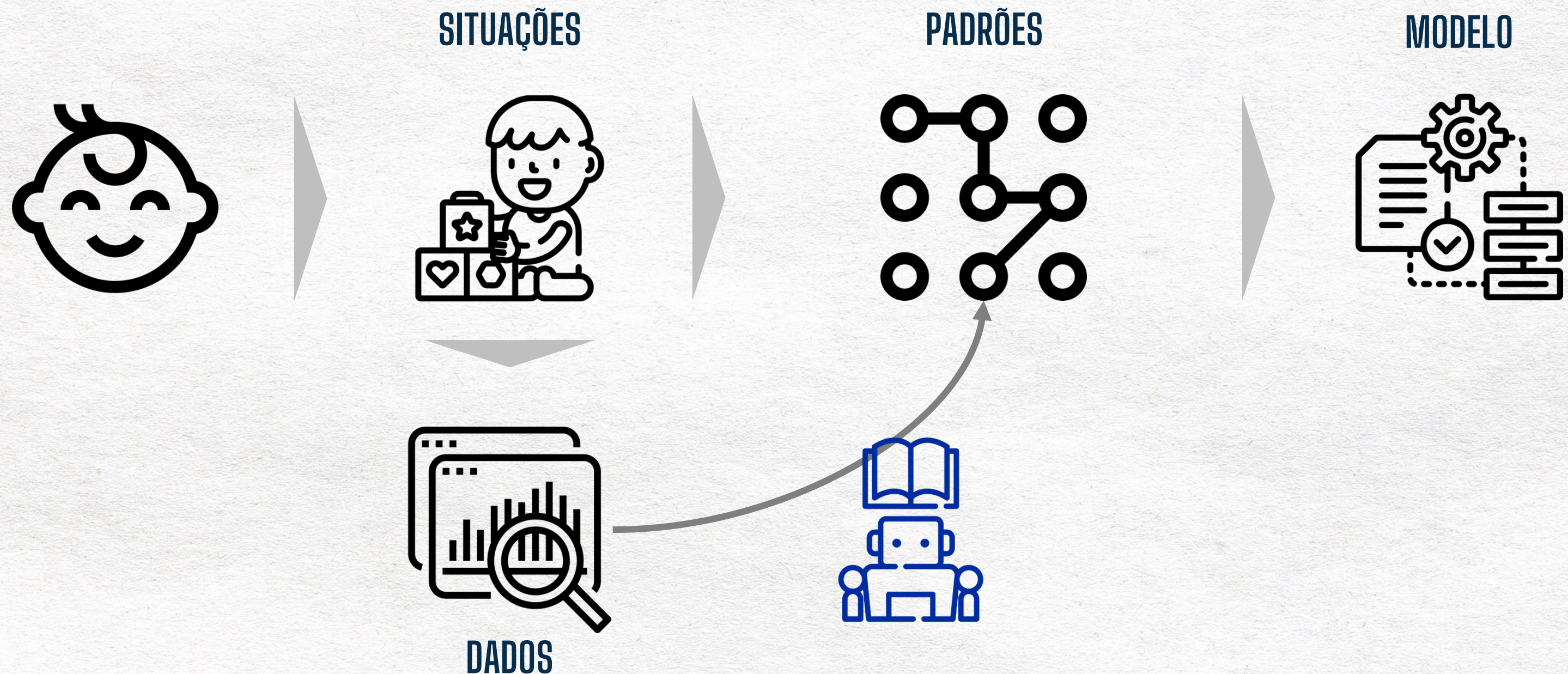
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?



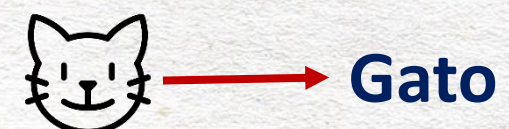
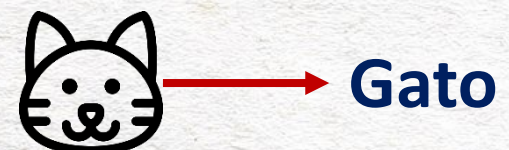
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?



APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?

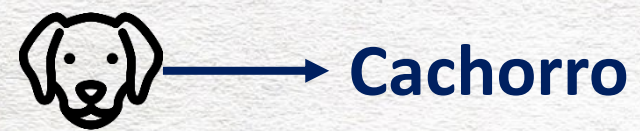


APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?



Cachorro



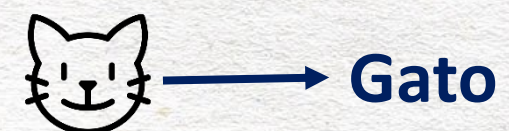
Cachorro



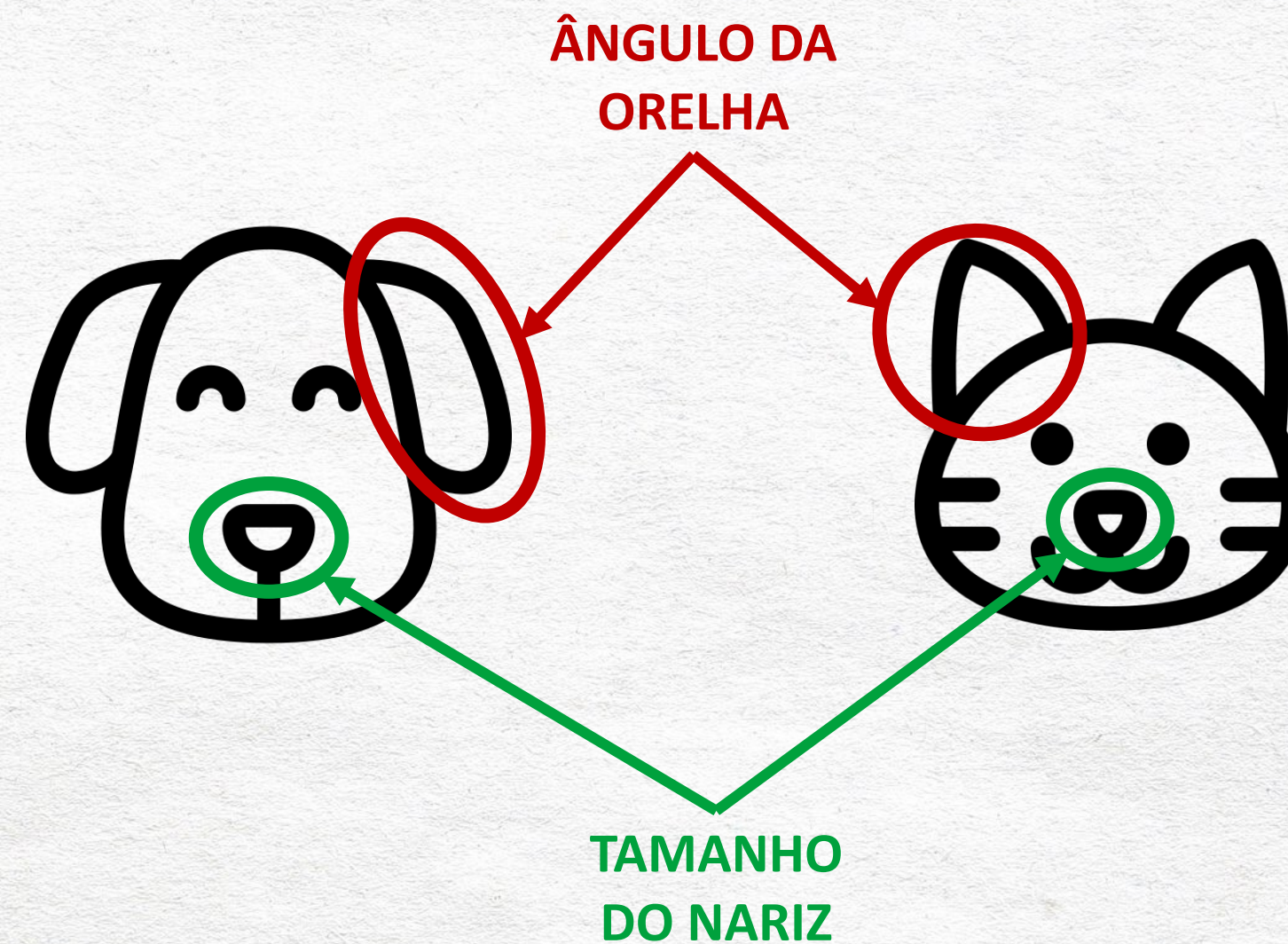
Gato



Cachorro





Gato





APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)


Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?

 → Cachorro

 → Cachorro

 → Gato

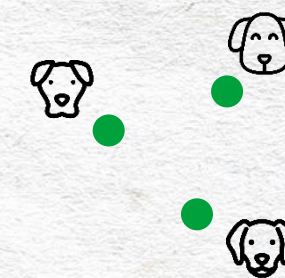
 → Cachorro

 → Gato

Ângulo da orelha





Tamanho do nariz





APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)


Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?

 → Cachorro

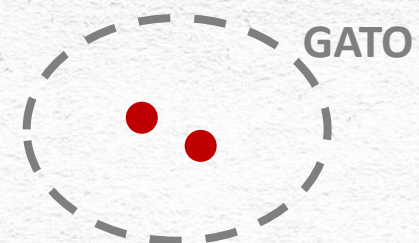
 → Cachorro

 → Gato

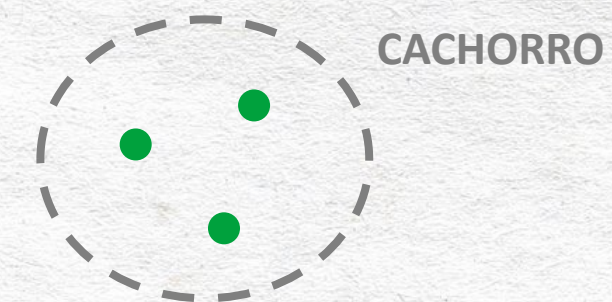
 → Cachorro

 → Gato

Ângulo da orelha




Tamanho do nariz




APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)


Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?

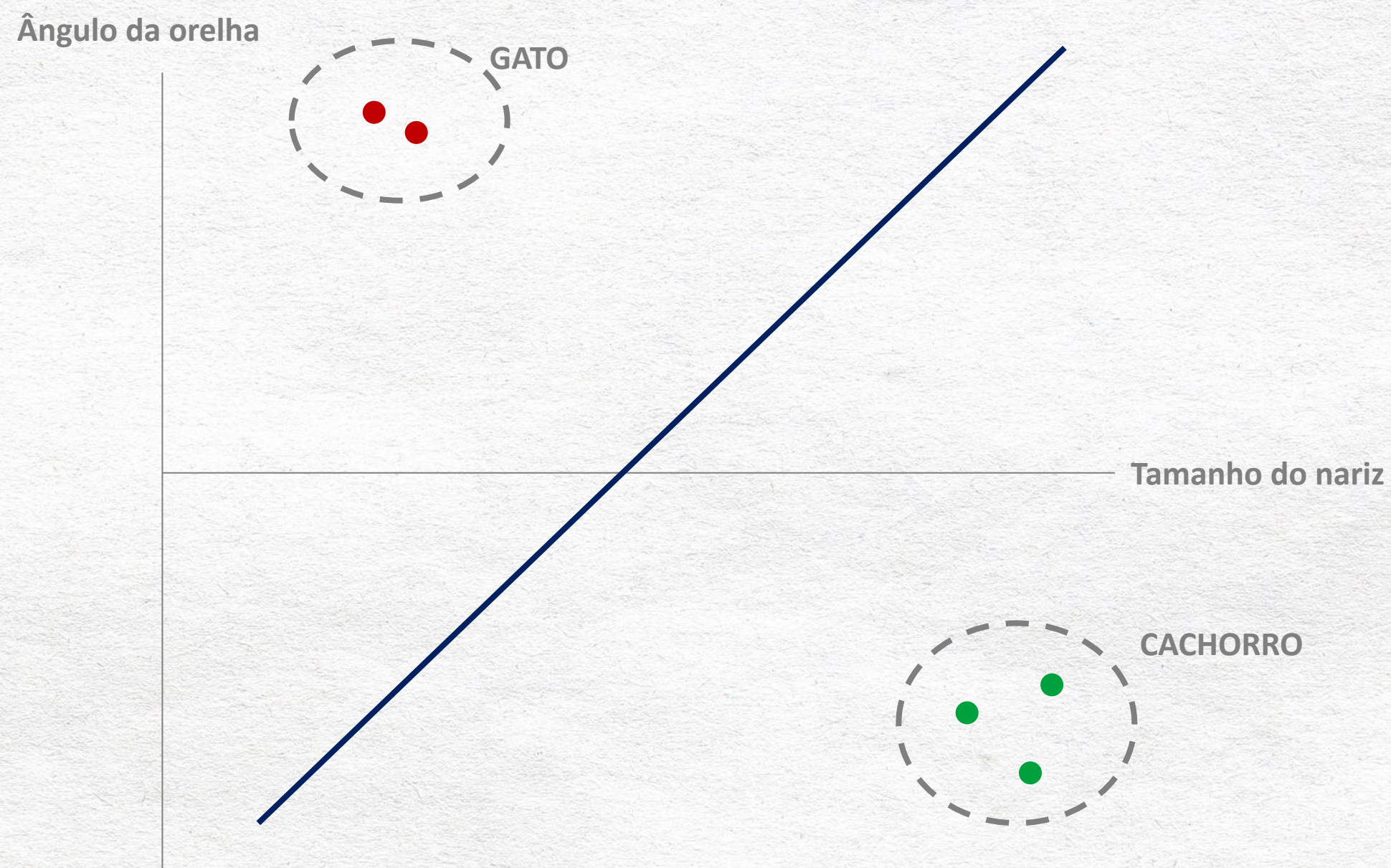
 → Cachorro

 → Cachorro

 → Gato


 → Cachorro


 → Gato





APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)


Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?

 → Cachorro

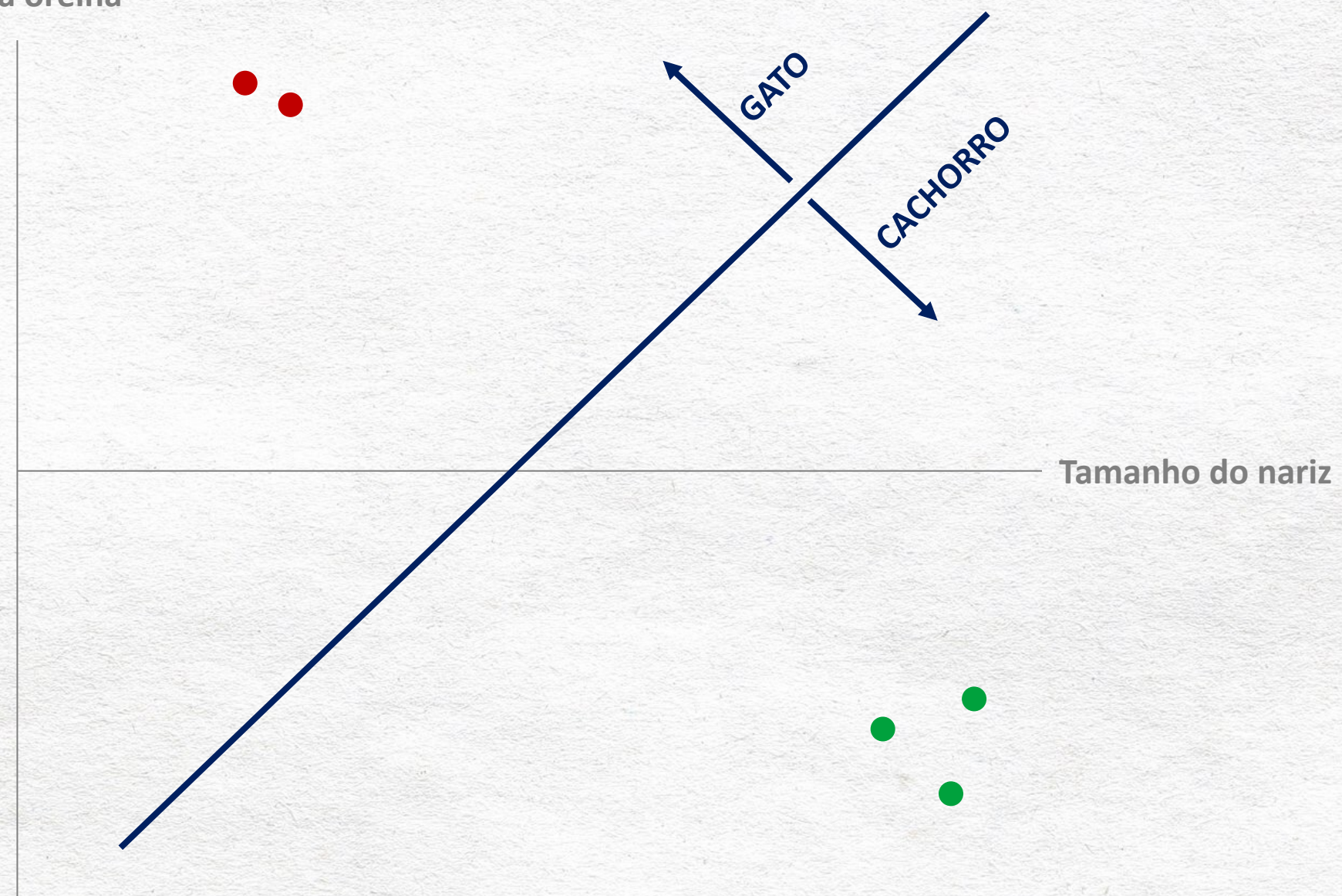
 → Cachorro

 → Gato

 → Cachorro

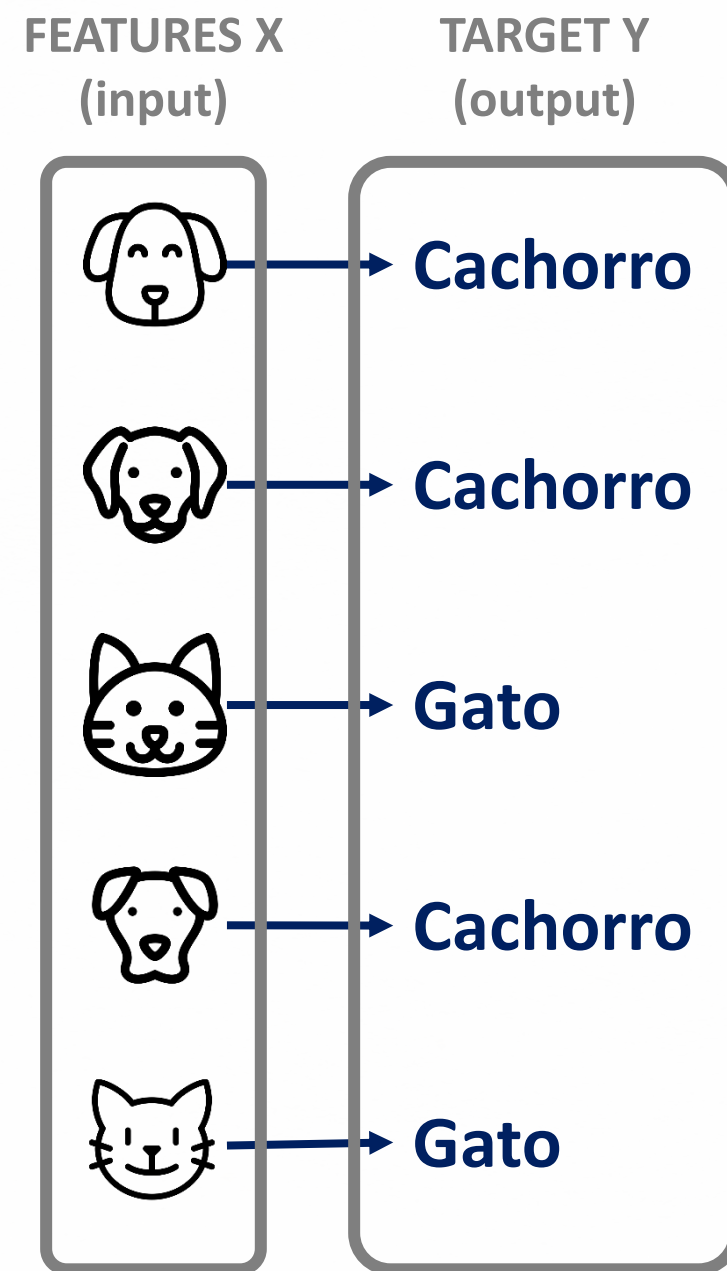
 → Gato

Ângulo da orelha



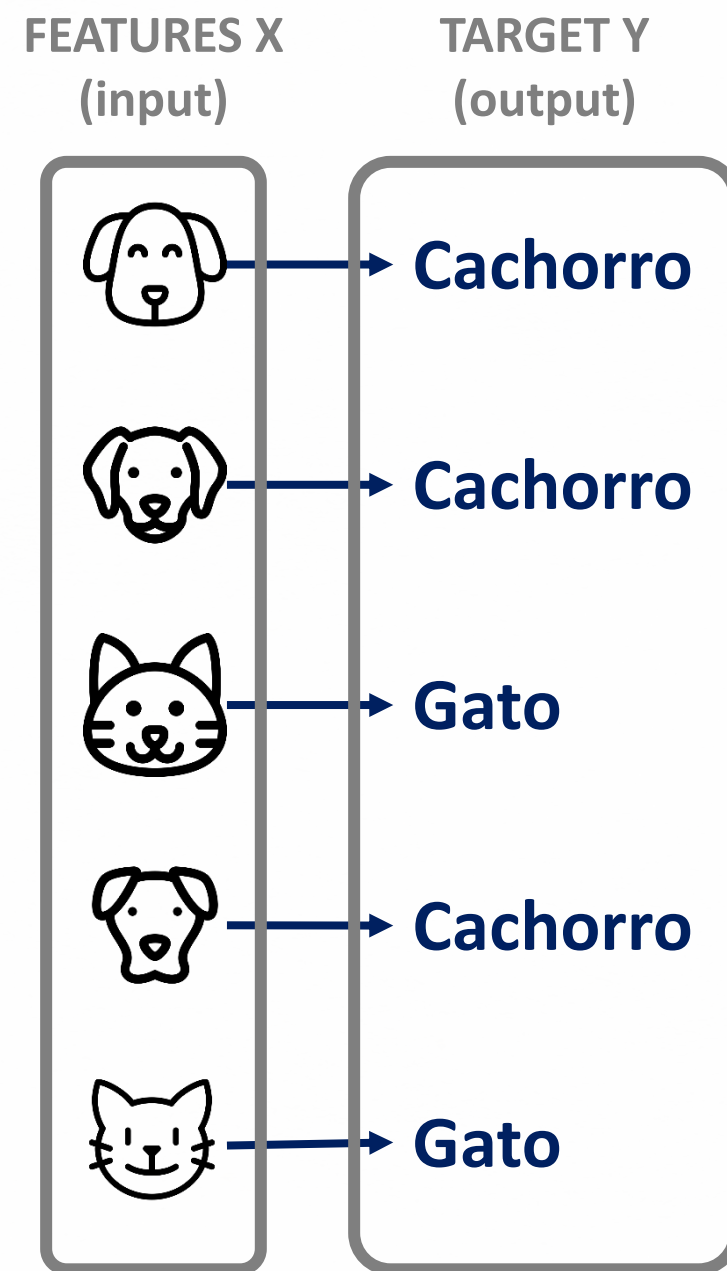
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?



APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?



OS DADOS JÁ ESTÃO ROTULADOS!

Ângulo da orelha

GATO

GATO

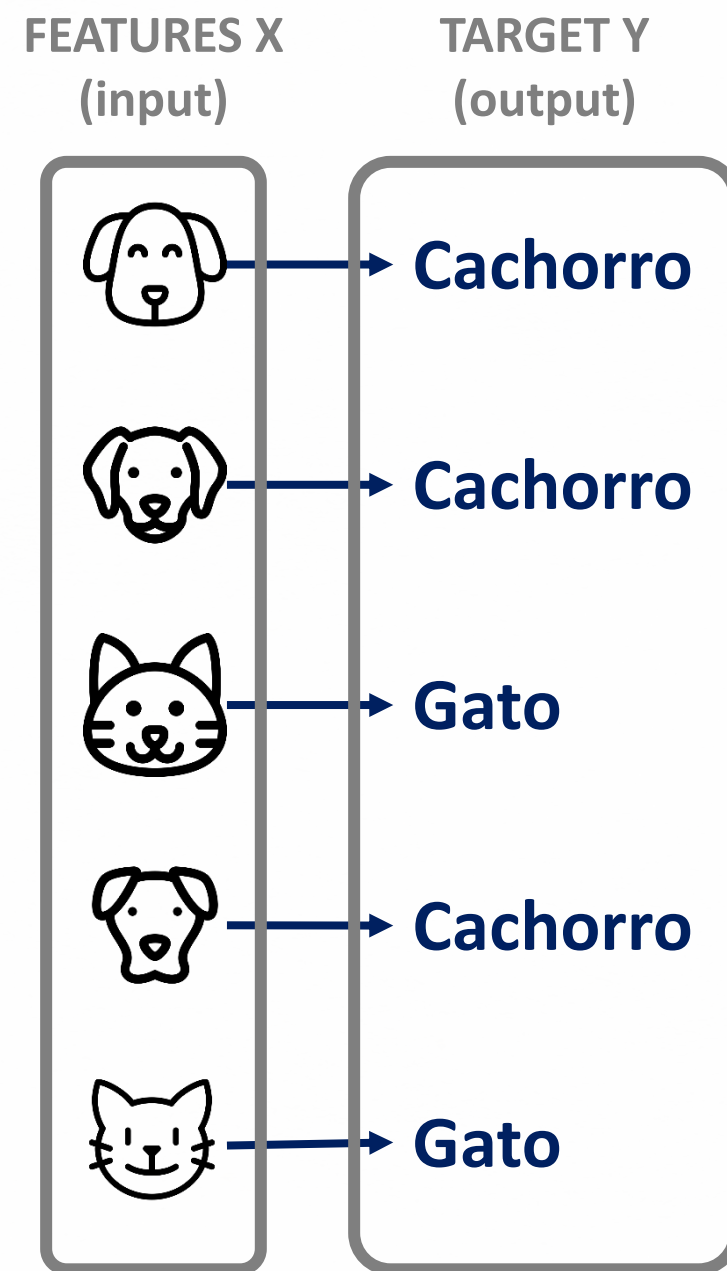
CACHORRO

Tamanho do nariz

CACHORRO

APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?



OS DADOS JÁ ESTÃO ROTULADOS!

(eu já digo o que é gato e o que é cachorro)

Ângulo da orelha

GATO

GATO

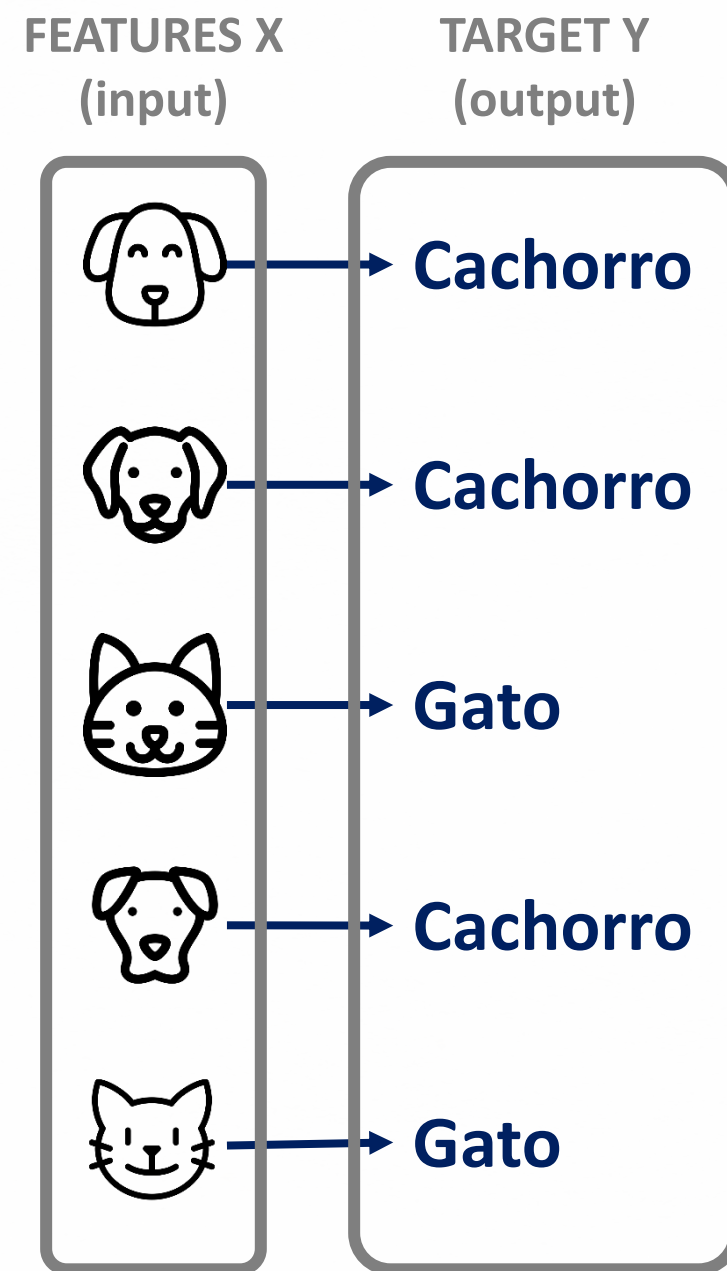
CACHORRO

Tamanho do nariz

CACHORRO

APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?



OS DADOS JÁ ESTÃO
ROTULADOS!

(eu já digo o que é gato
e o que é cachorro)

**APRENDIZADO
SUPERVISIONADO**

Ângulo da orelha

GATO

GATO

CACHORRO


Tamanho do nariz


CACHORRO

APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)


Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?

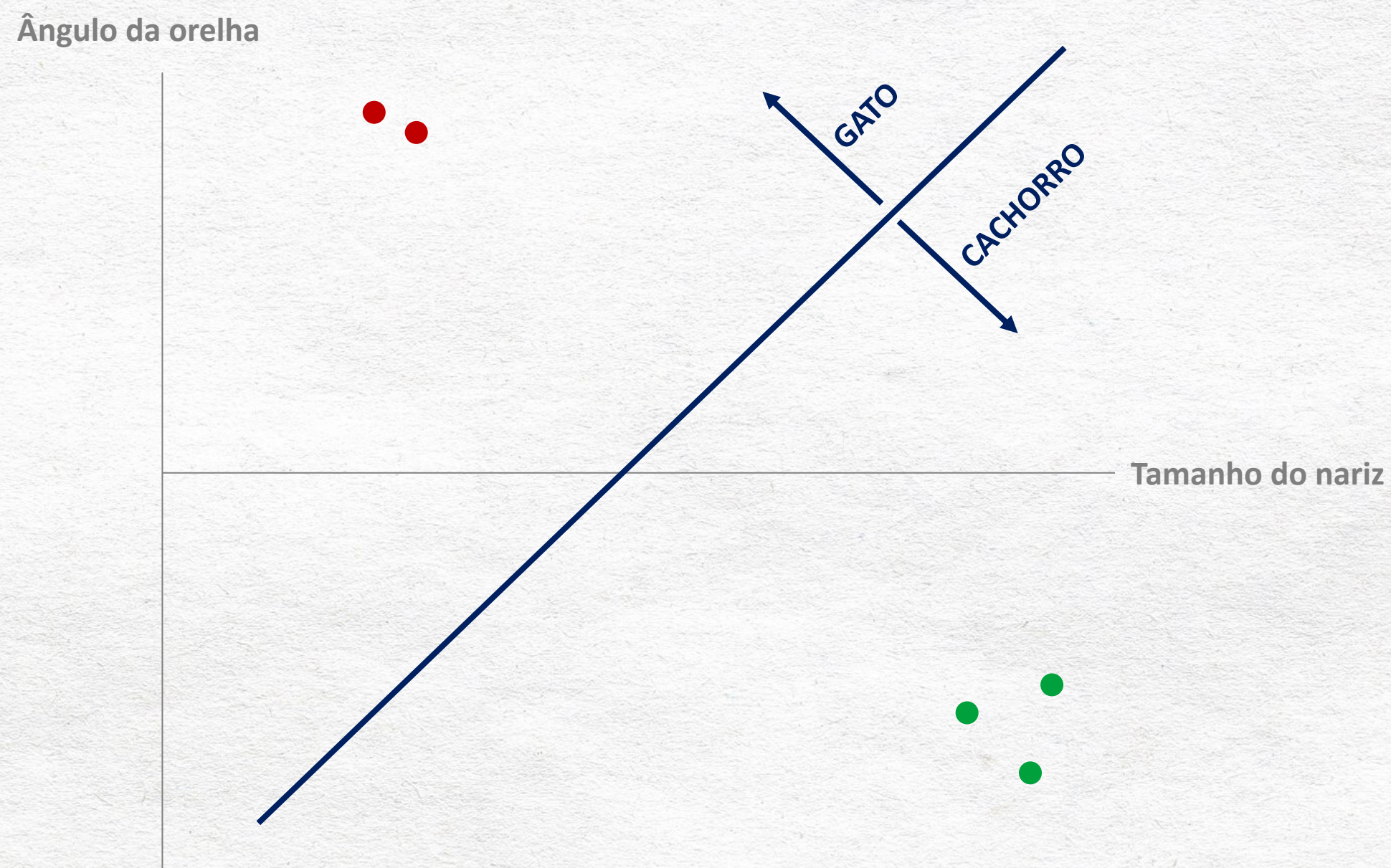
 → Cachorro

 → Cachorro

 → Gato

 → Cachorro


 → Gato




APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)


Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?

 → Cachorro

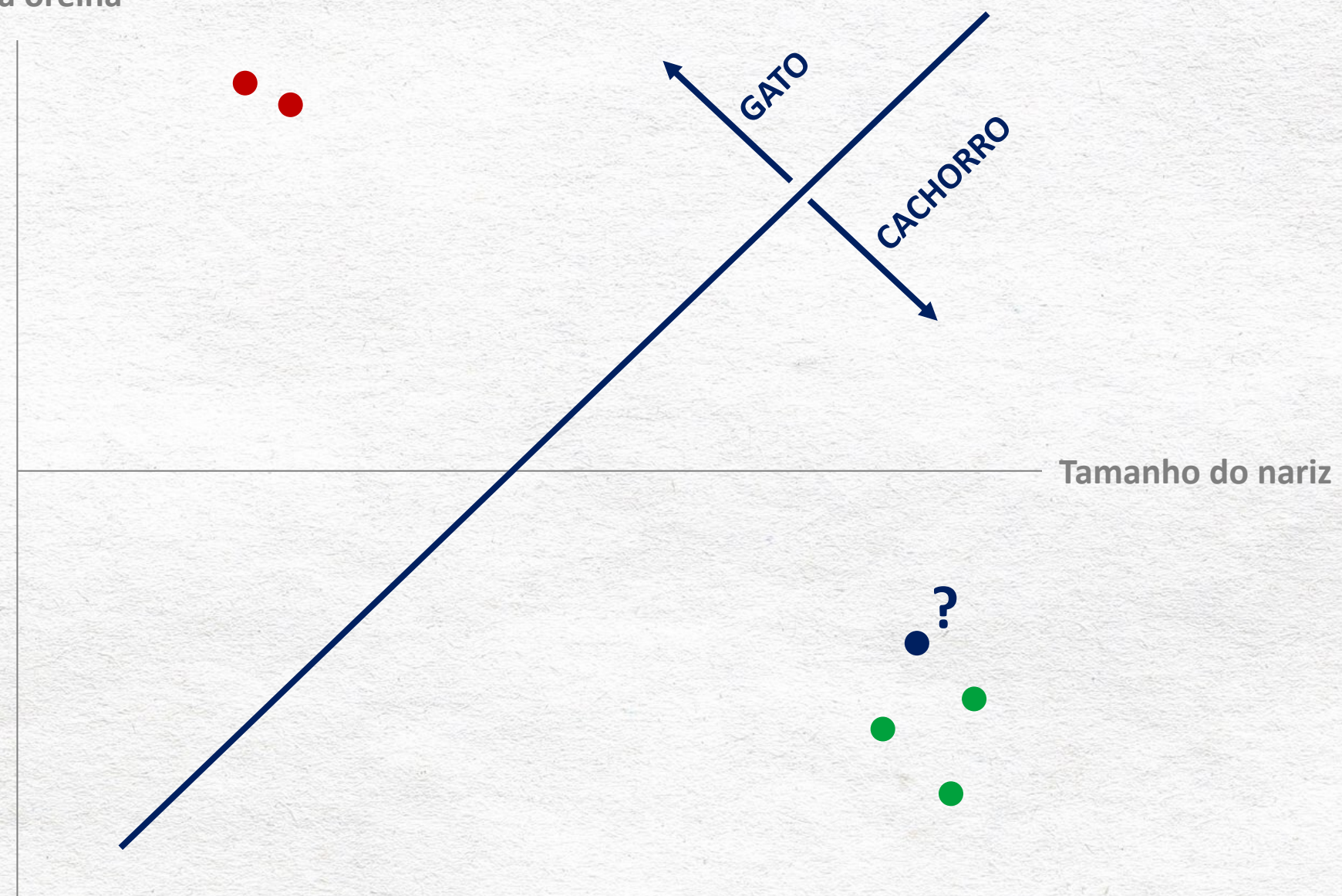
 → Cachorro

 → Gato

 → Cachorro

 → Gato


Ângulo da orelha




APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)


Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?

 → Cachorro

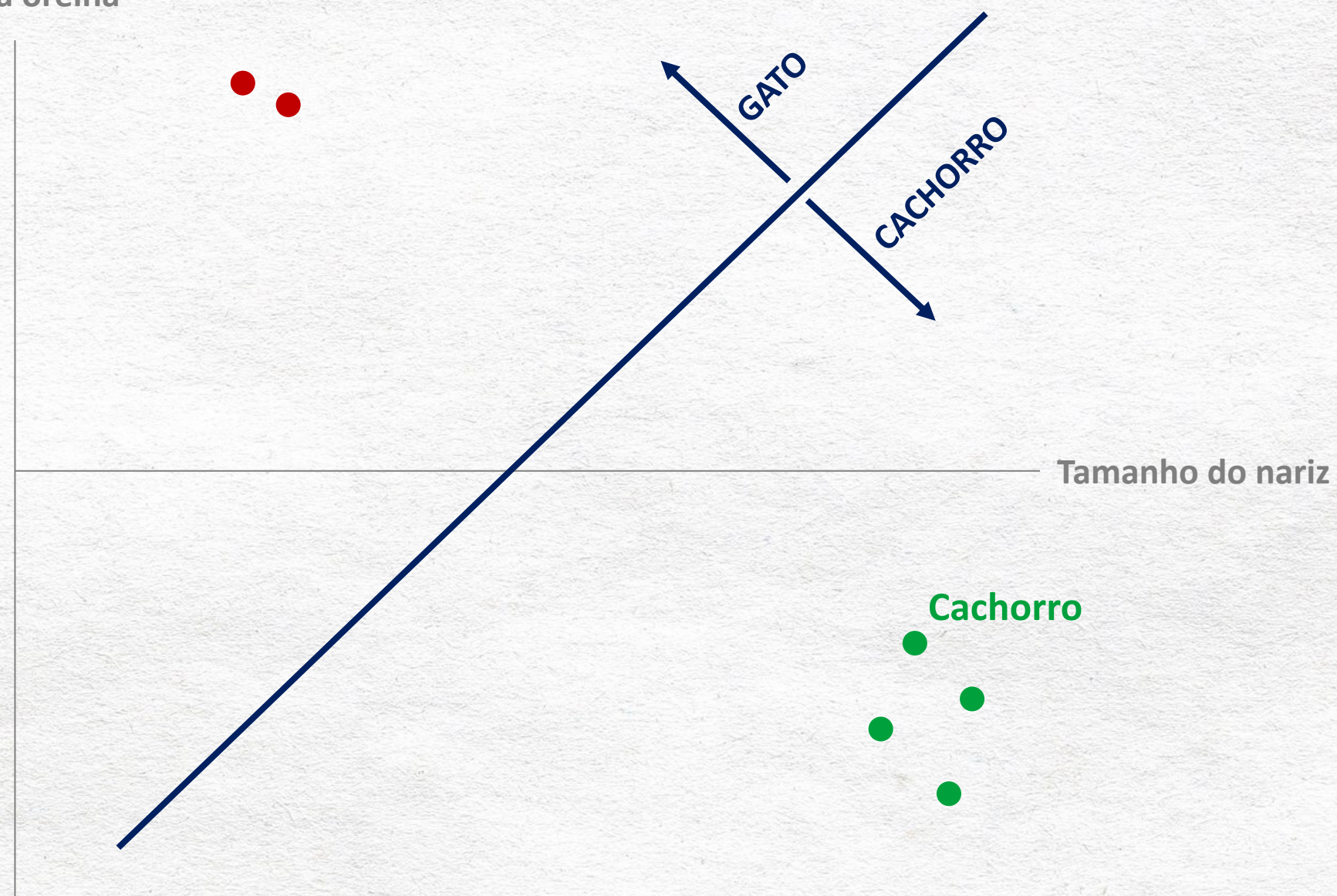
 → Cachorro

 → Gato

 → Cachorro

 → Gato

Ângulo da orelha



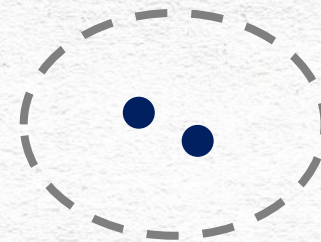
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?

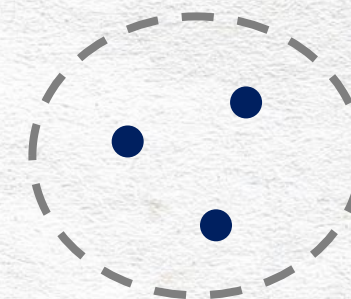
FEATURES X
(input) → ?



Ângulo da orelha



Tamanho do nariz



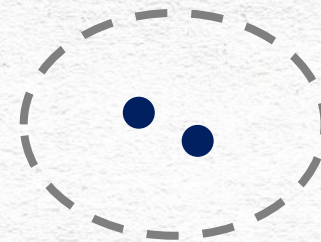
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?

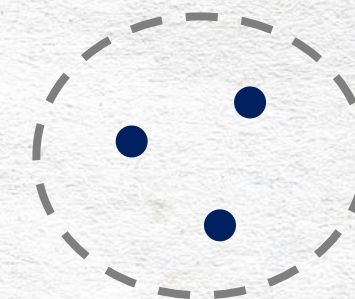
FEATURES X
(input) → ?



Ângulo da orelha



Tamanho do nariz



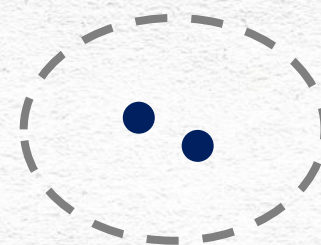
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?

FEATURES X
(input) → ?

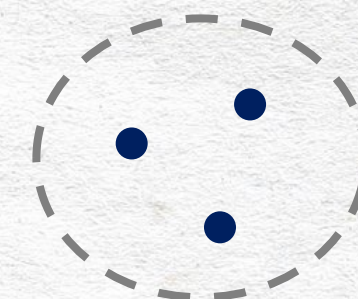


Ângulo da orelha



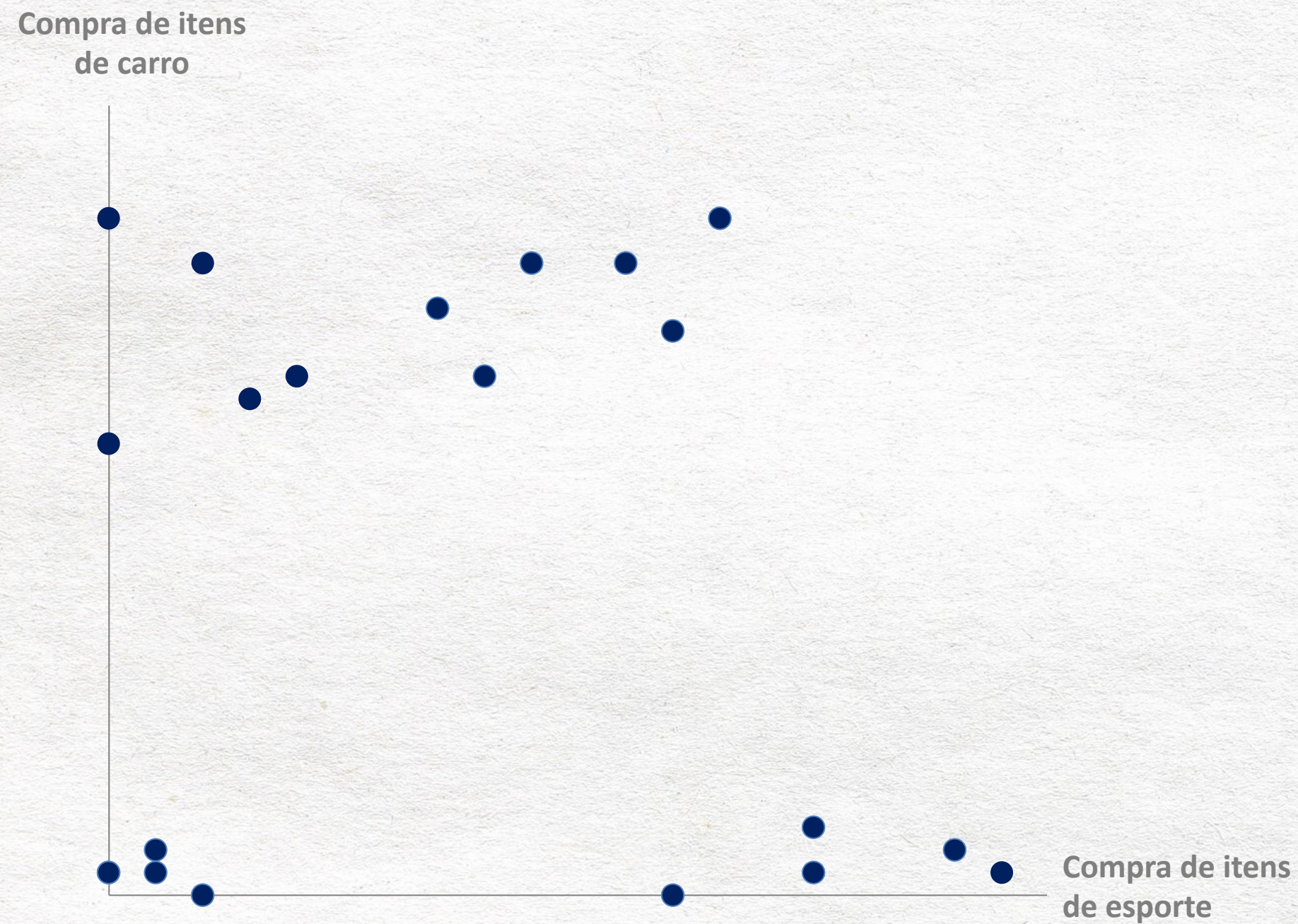
Continuo conseguindo agrupar os dados em categorias, mas sem saber qual é a categoria

Tamanho do nariz



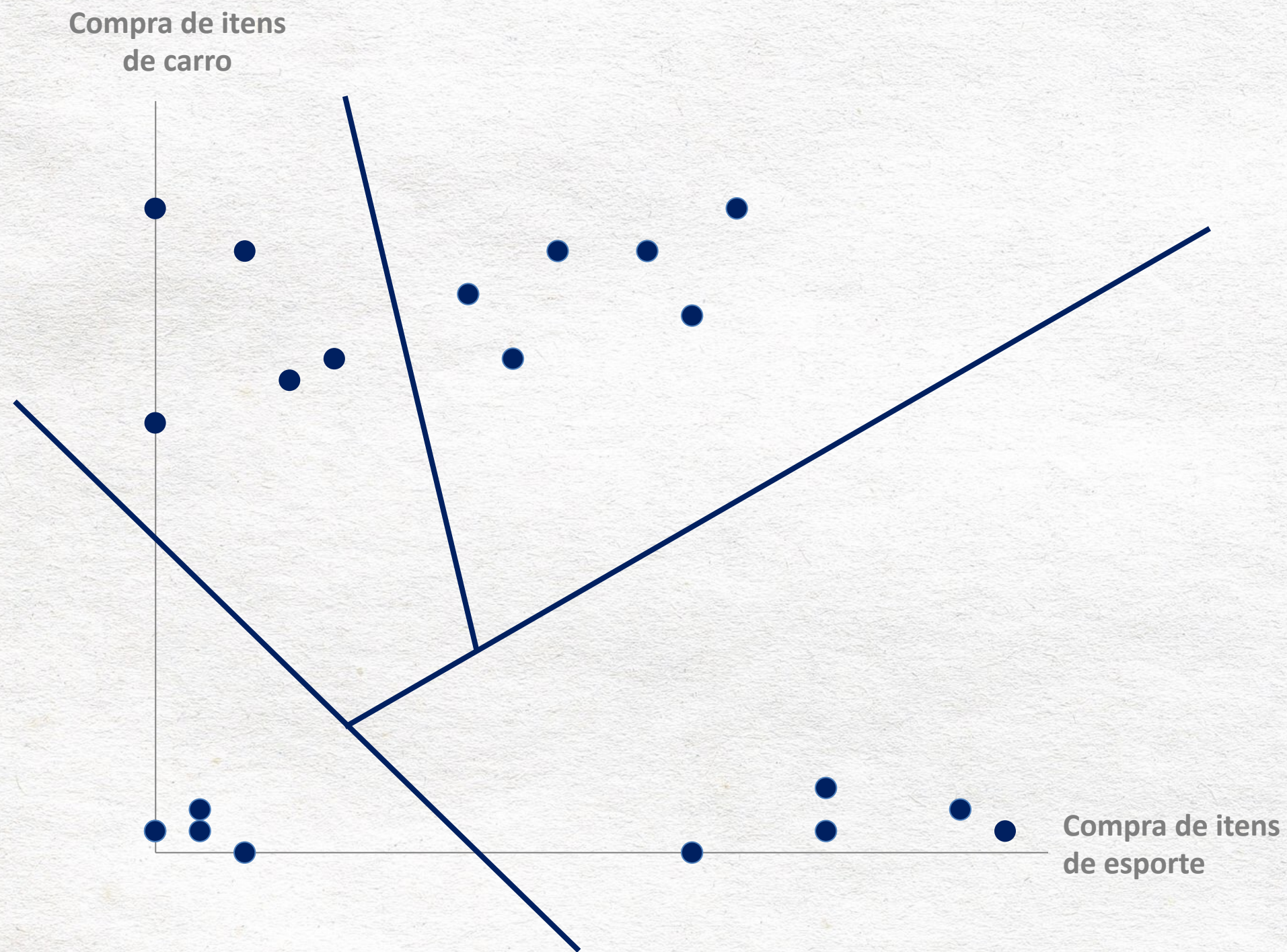
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?



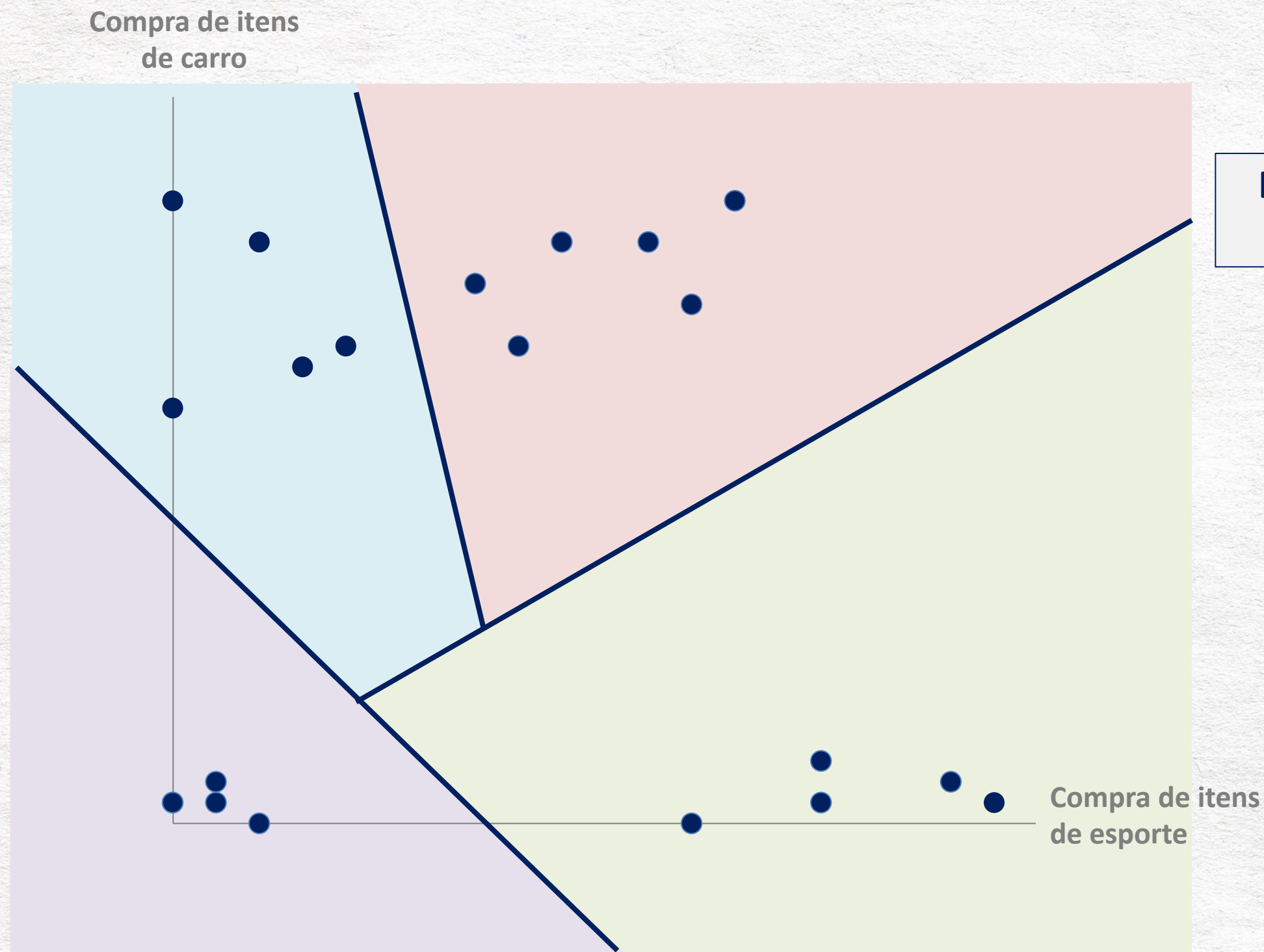
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?



APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

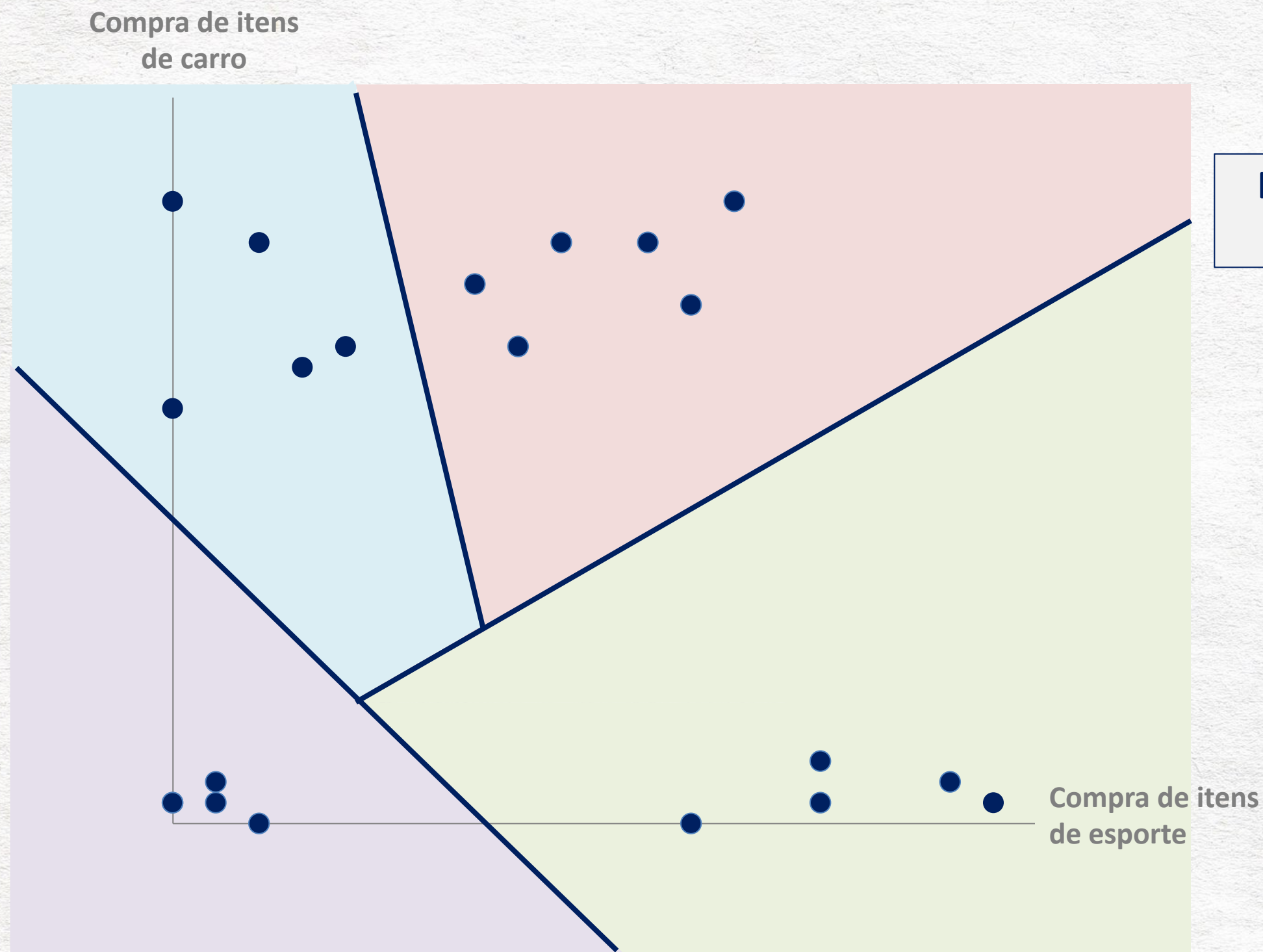
Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?



Eu não sei quem é cada um dos clientes, mas eu consigo criar relação entre eles!

APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?

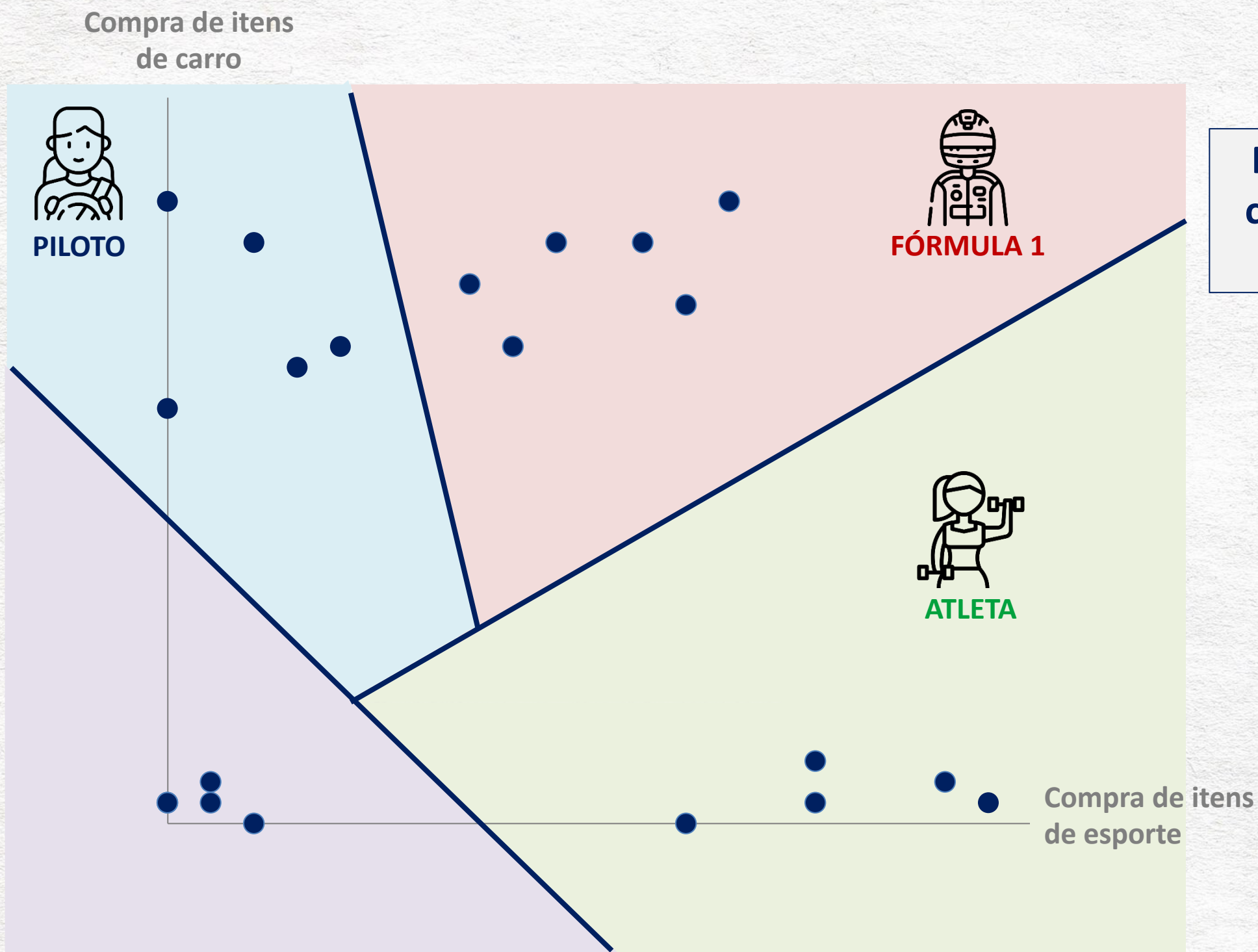


Eu não sei quem é cada um dos clientes,
mas eu consigo criar relação entre eles!

(na verdade, eu nem preciso dessa informação,
apenas a relação entre os clientes já é útil)

APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

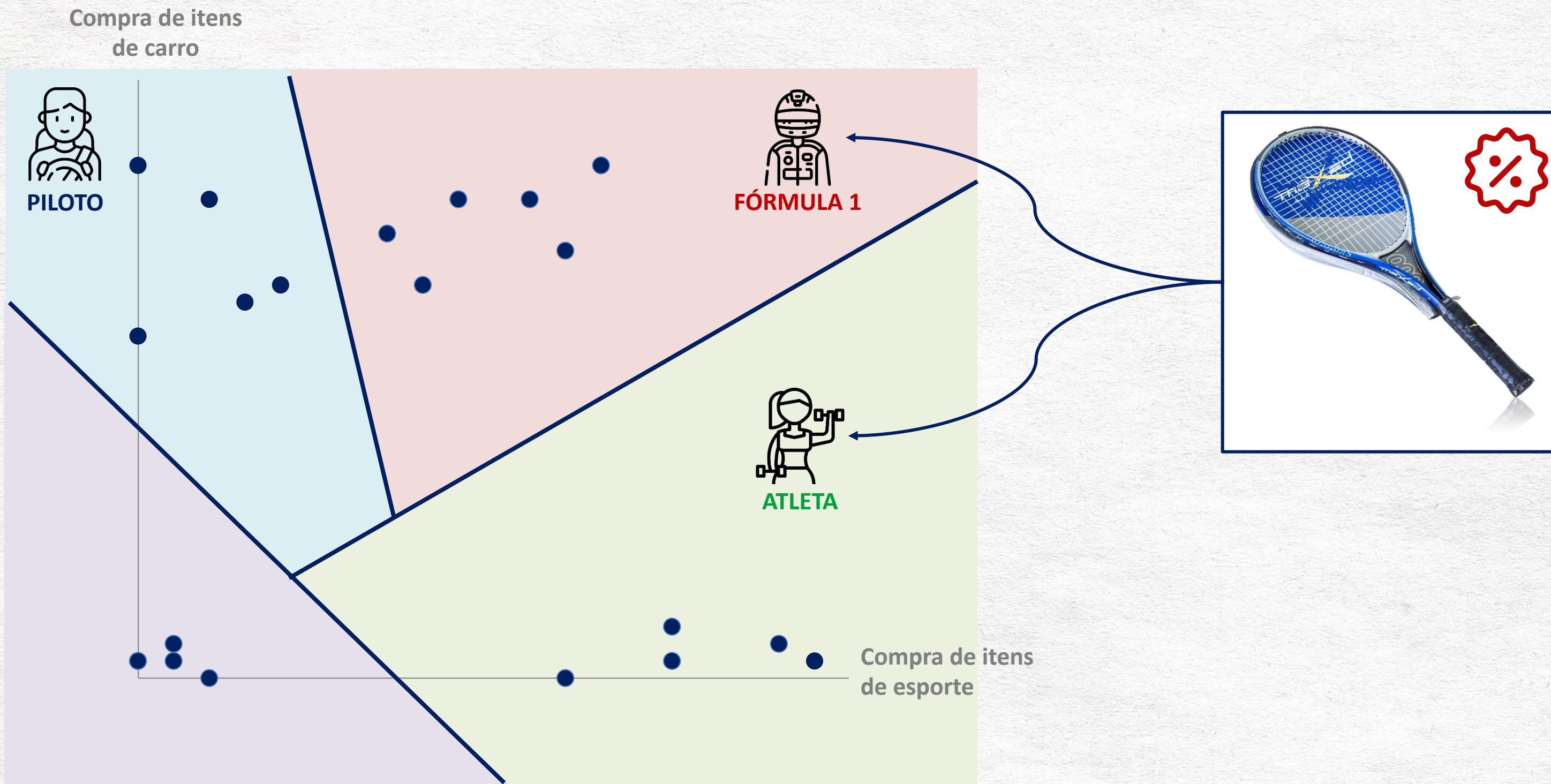
Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?



Podemos criar personas utilizando esses clusters de clientes, e usar isso para fazer recomendações de conteúdo / produto

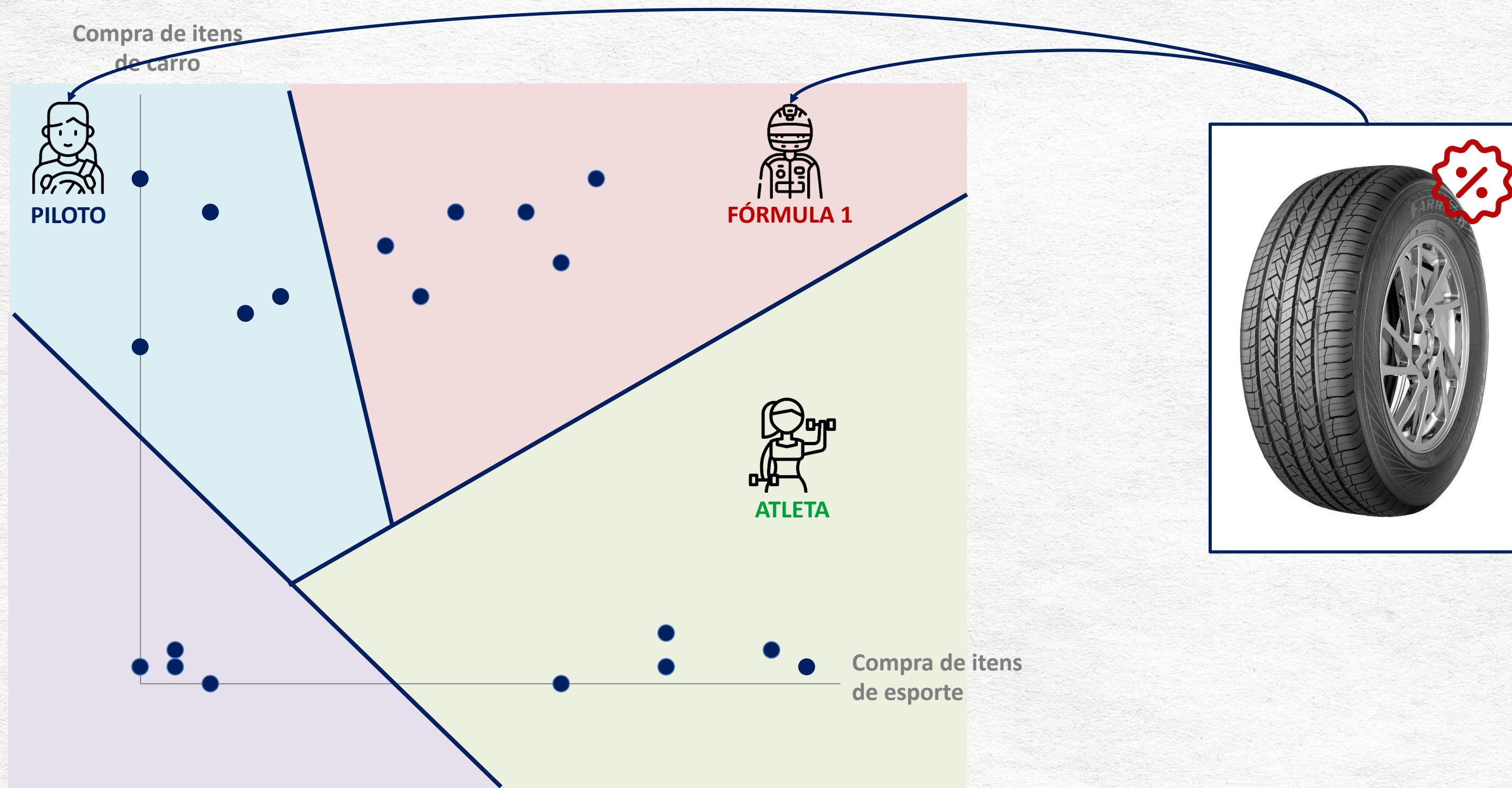
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?



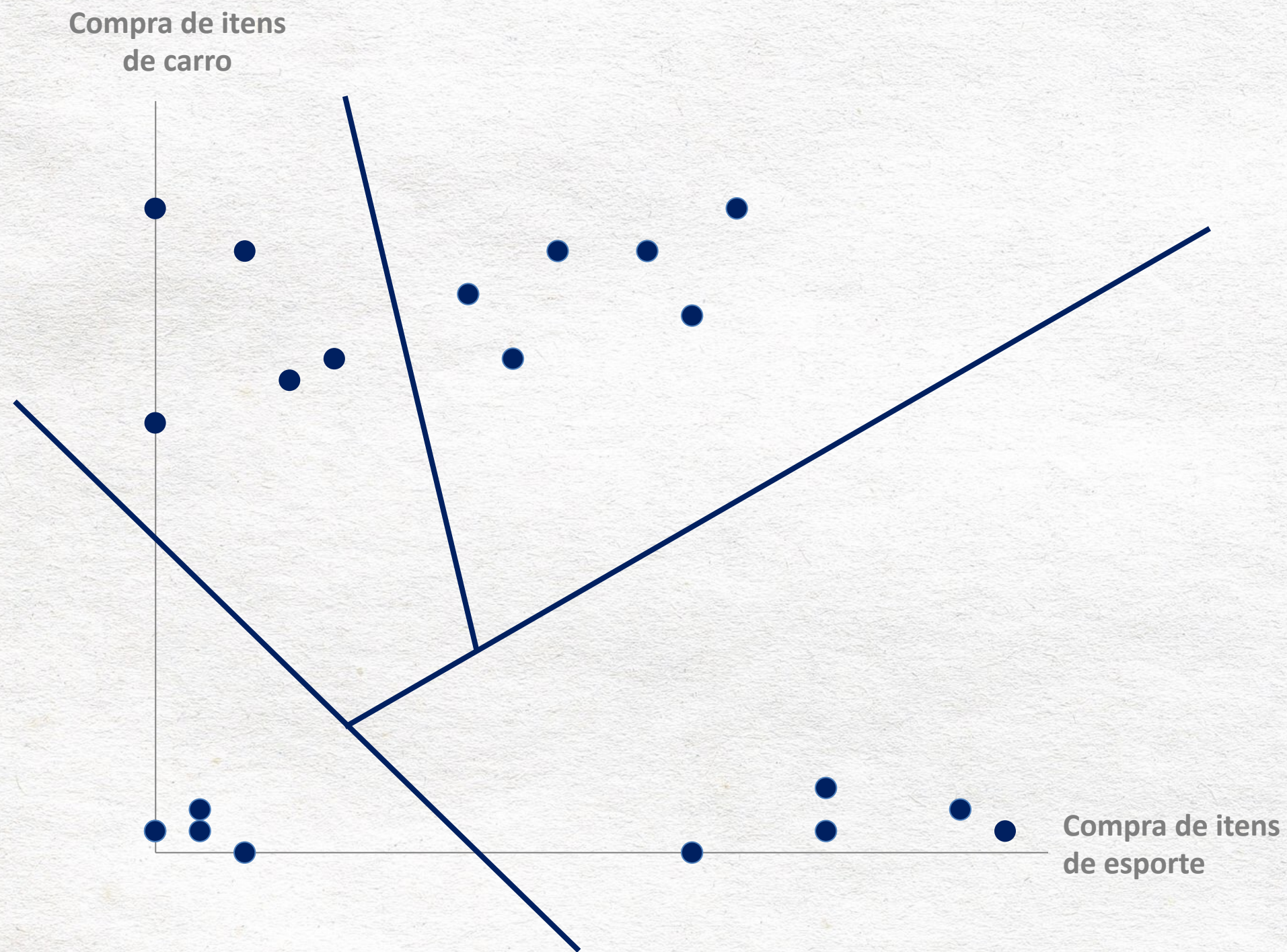
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?



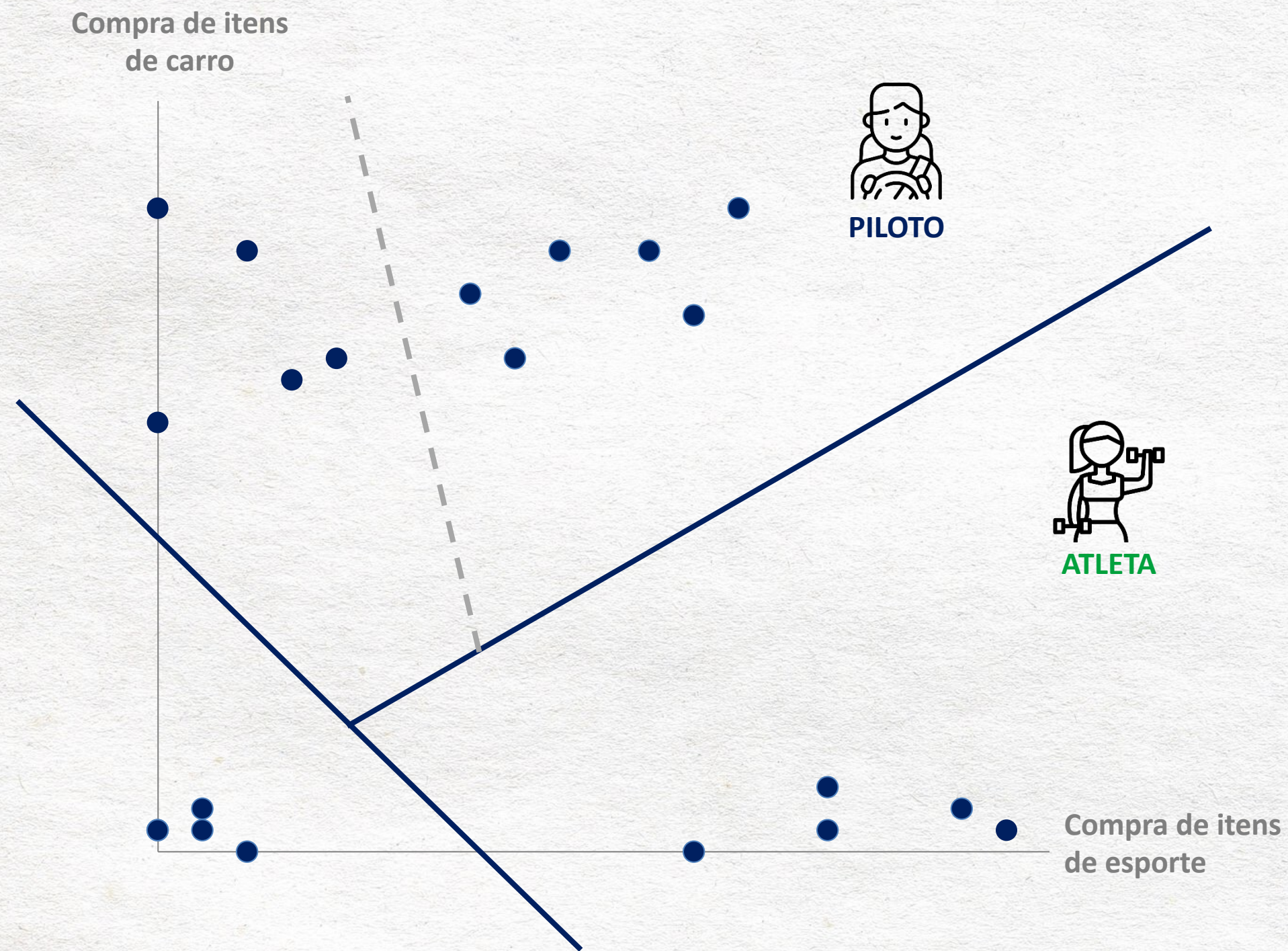
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?



APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?



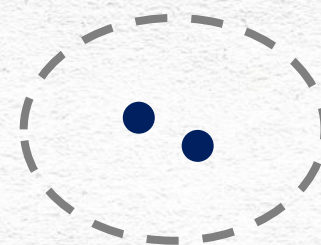
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?

FEATURES X
(input) → ?

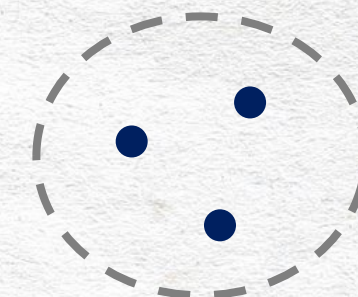


Ângulo da orelha



Continuo conseguindo agrupar os dados em categorias, mas sem saber qual é a categoria

Tamanho do nariz



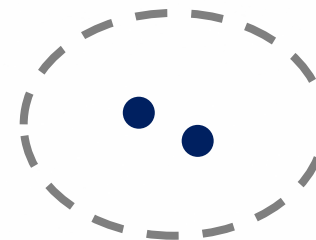
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Como o meu algoritmo de Machine Learning pode aprender?

FEATURES X
(input) → ?

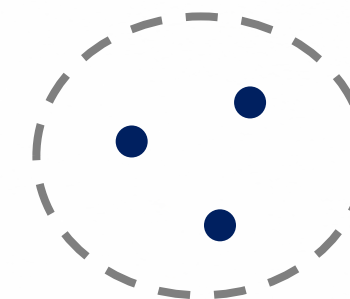
**APRENDIZADO NÃO
SUPERVISIONADO**

Ângulo da orelha



Continuo conseguindo agrupar os dados em categorias, mas sem saber qual é a categoria

Tamanho do nariz



APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO

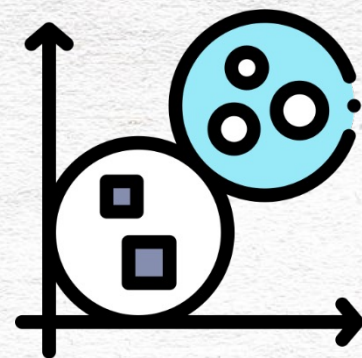
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO



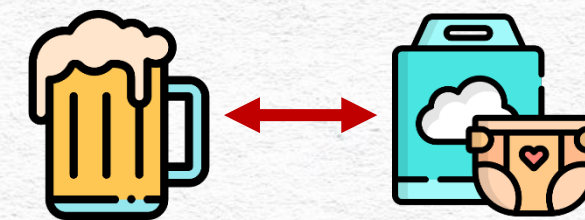
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO



CLUSTERIZAÇÃO

Agrupar dados semelhantes em um mesmo grupo (cluster) de forma a garantir que os dados do mesmo cluster sejam os mais “próximos” possíveis e dados de clusters diferentes sejam os mais “diferentes” (distantes) possíveis

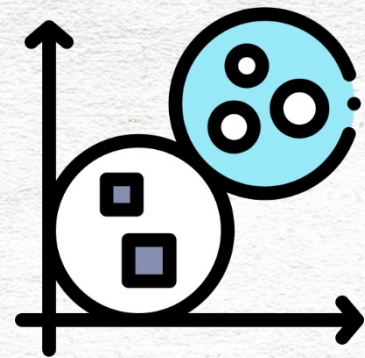


ASSOCIAÇÃO

Encontrar **relacionamento** entre as **variáveis nos dados** (ex: relação entre cerveja e fraldas)

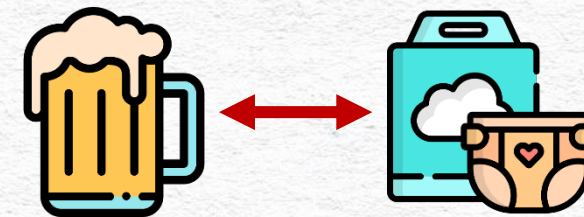
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO



CLUSTERIZAÇÃO

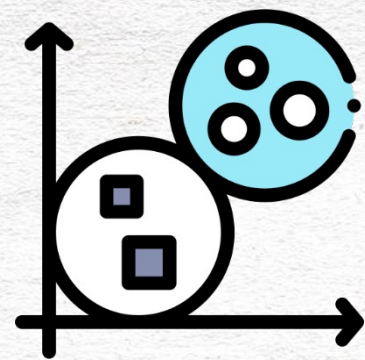
- Criação de grupos de clientes
- Detecção de anomalias



ASSOCIAÇÃO

APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO



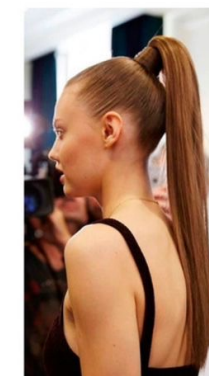
CLUSTERIZAÇÃO

- Criação de grupos de clientes
- Detecção de anomalias



ASSOCIAÇÃO

Com base nas suas compras em Beleza e Cuidado Pessoal



R\$ 37⁹⁹ 5% OFF

Rabo D Cavalo D Faixa C/ Amarra De Cabelo Camuflado E Gancho



R\$ 14⁹⁰

100 Unhas Postiças Formato Bailarina Sapatilha Sem Degrau



R\$ 37⁸⁰

Unhas Postiças Autocolantes + Adesivo De Unhas



R\$ 29⁹⁰

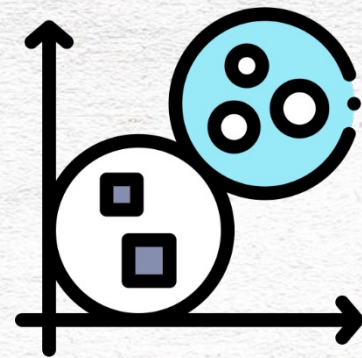
Lemon Vanilla E Wood - In The Box 5ml | Decant |

[Ver mais](#)



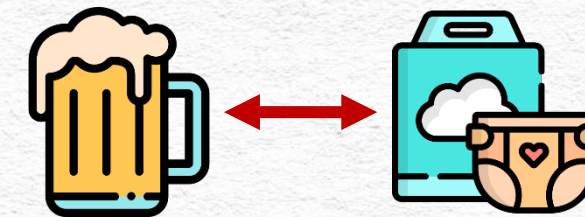
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO



CLUSTERIZAÇÃO

- K-means
- Mean-Shift
- ...

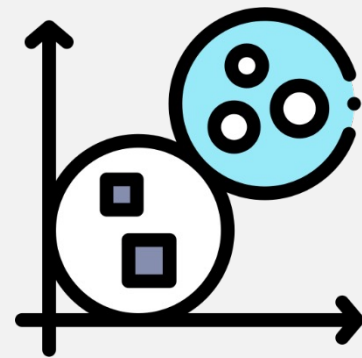


ASSOCIAÇÃO

- Principal Component Analysis (PCA)
- Singular Value Decomposition (SVD)
- ...

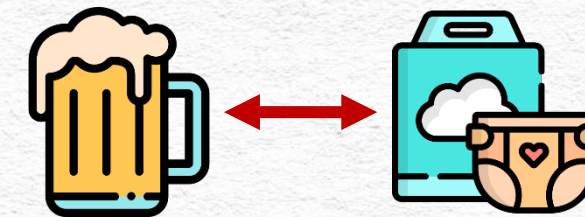
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO



CLUSTERIZAÇÃO

- K-means
- Mean-Shift
- ...



ASSOCIAÇÃO

- Principal Component Analysis (PCA)
- Singular Value Decomposition (SVD)
- ...

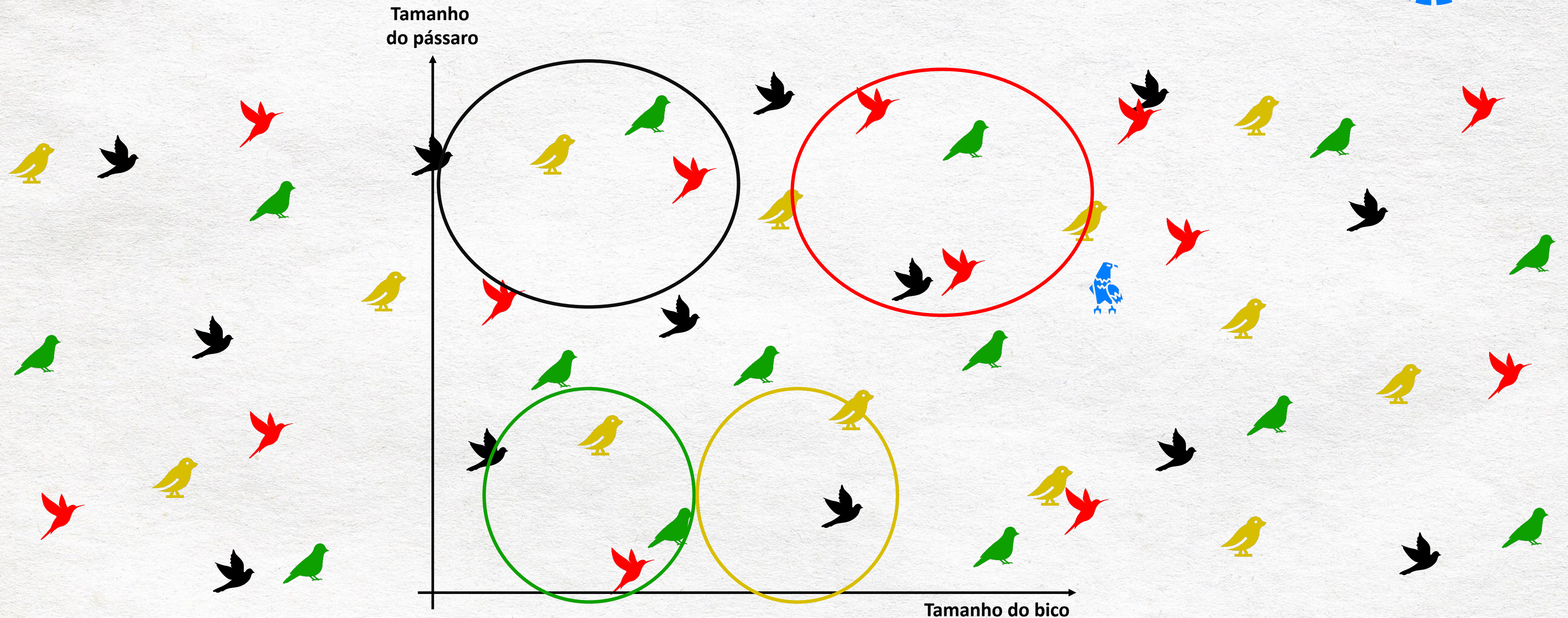
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Clusterização



APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

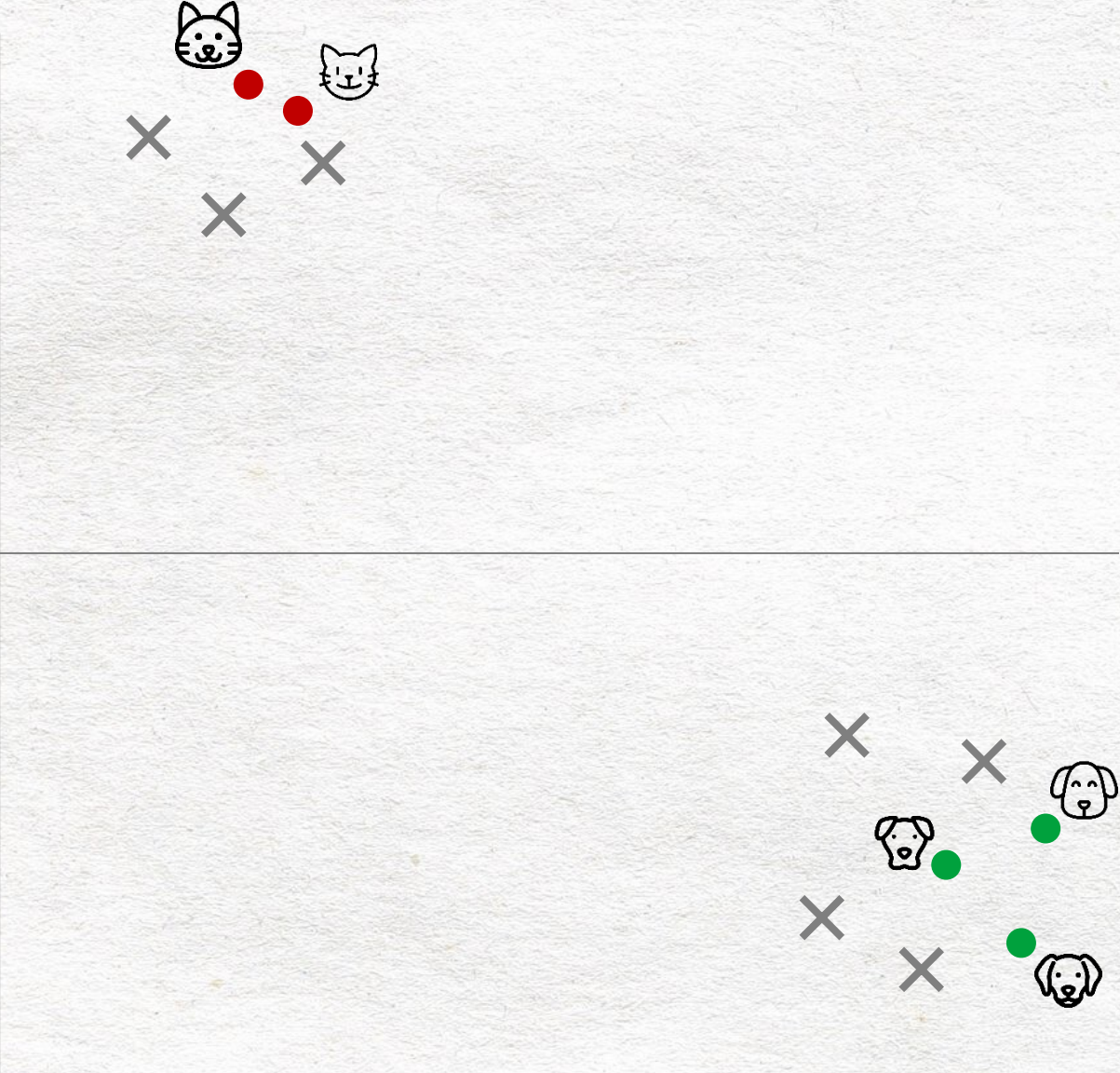
Clusterização



APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

APRENDIZADO SEMI SUPERVISIONADO

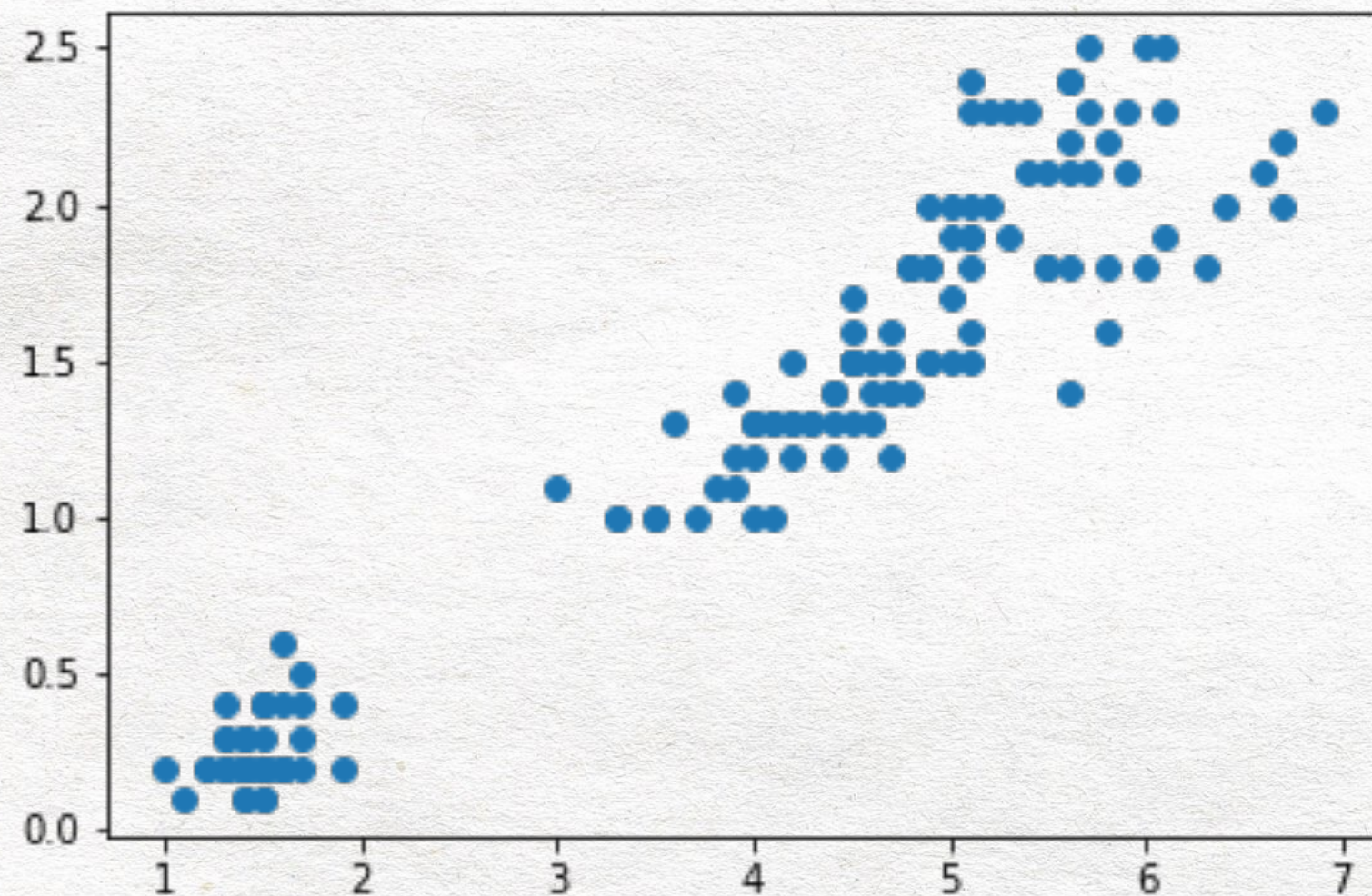
Ângulo da orelha



Tamanho do nariz

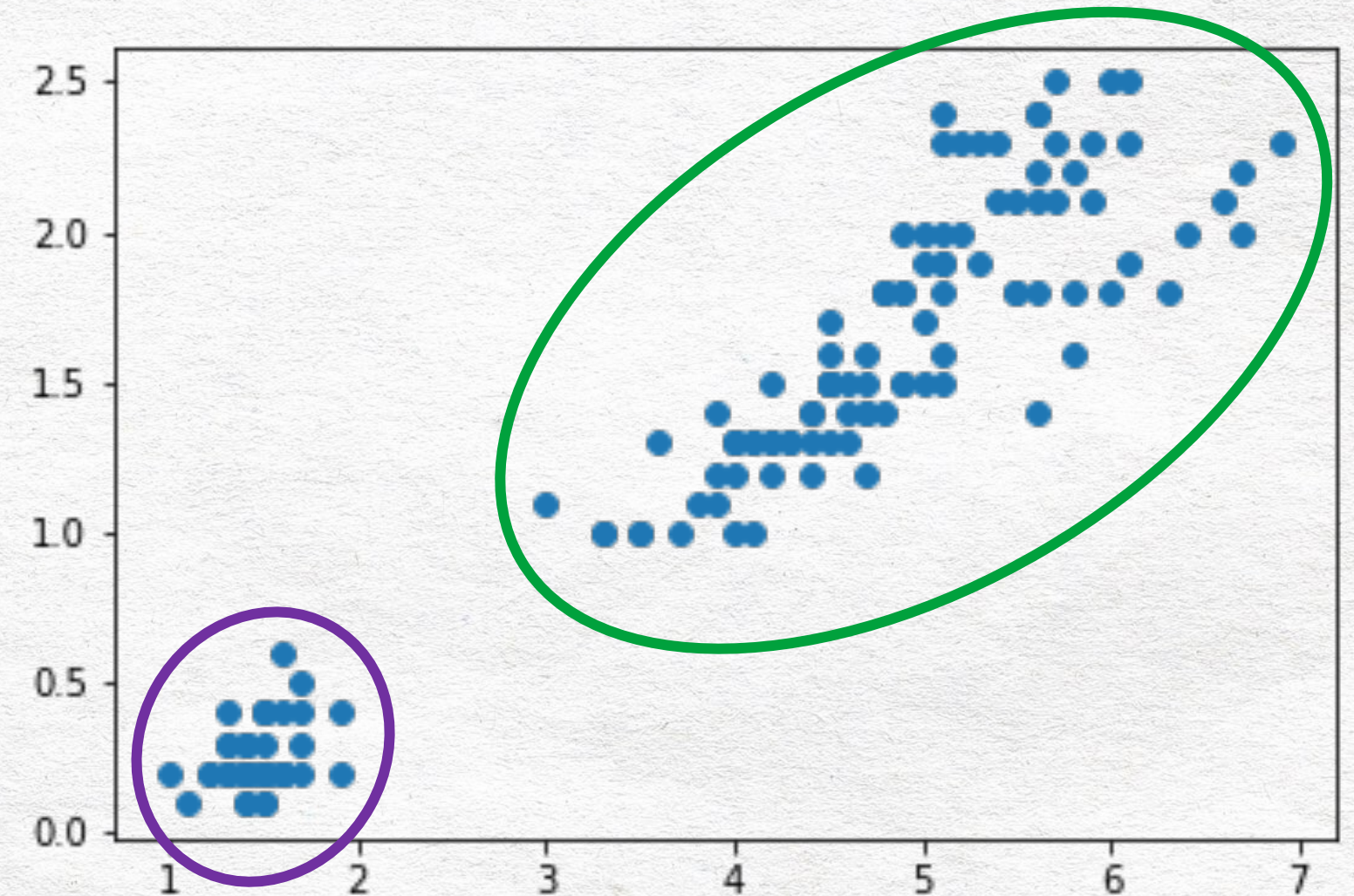
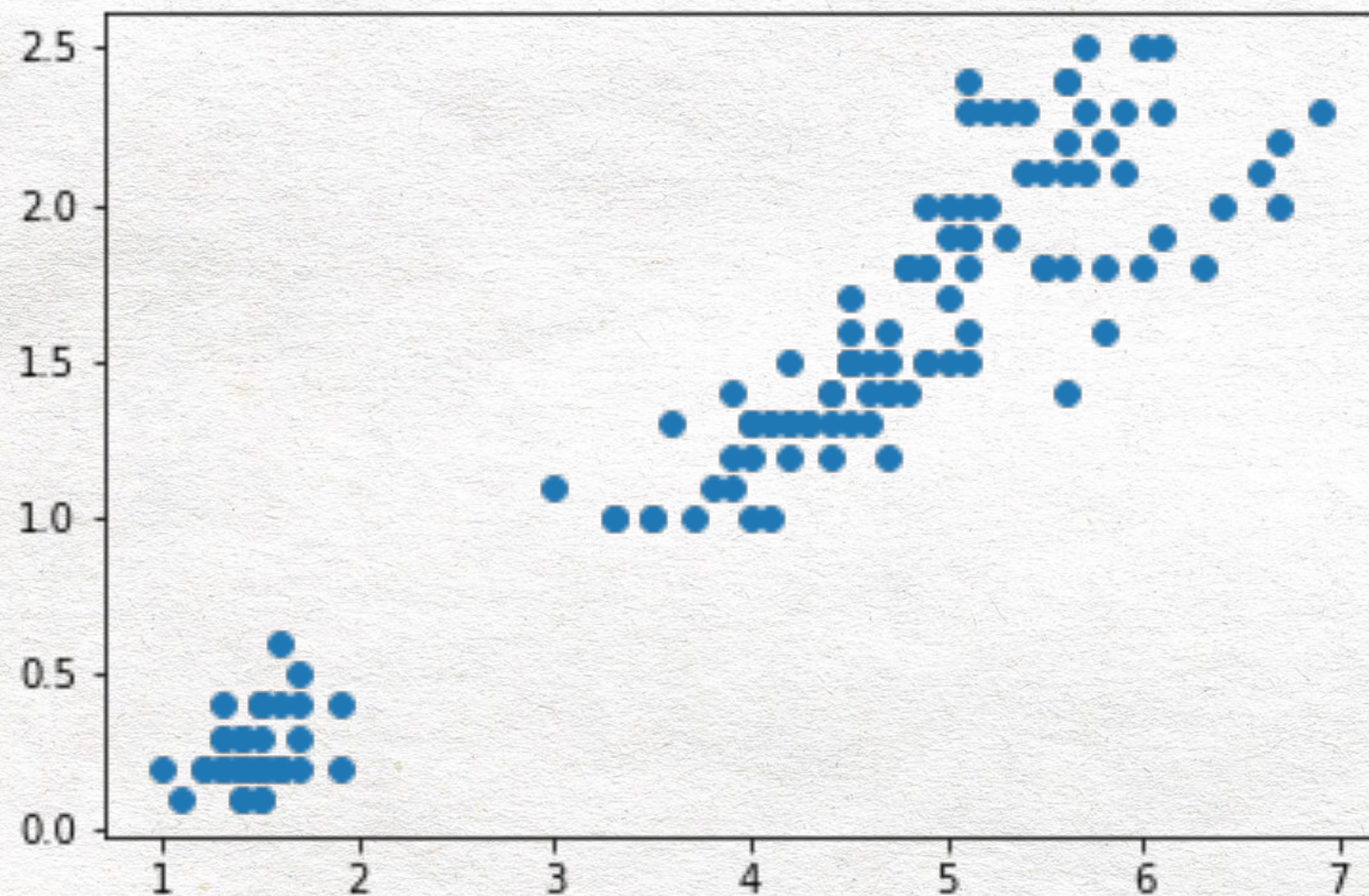
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Considerando esses dados abaixo, quantos “clusters” você visualiza na figura?



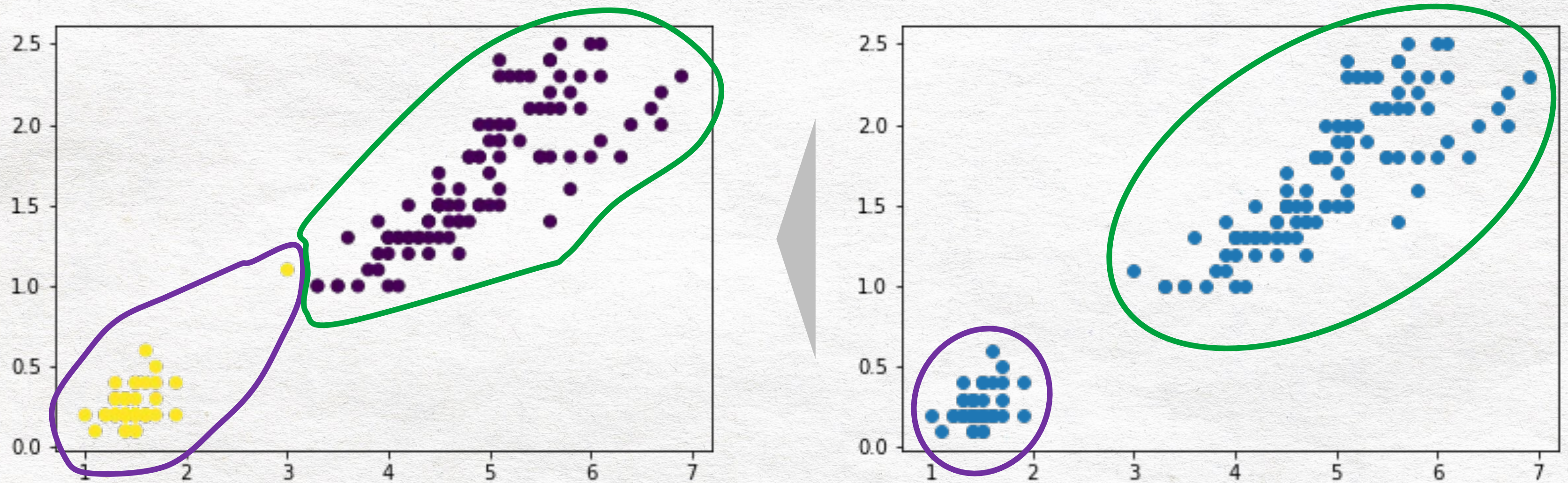
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Considerando esses dados abaixo, quantos “clusters” você visualiza na figura?



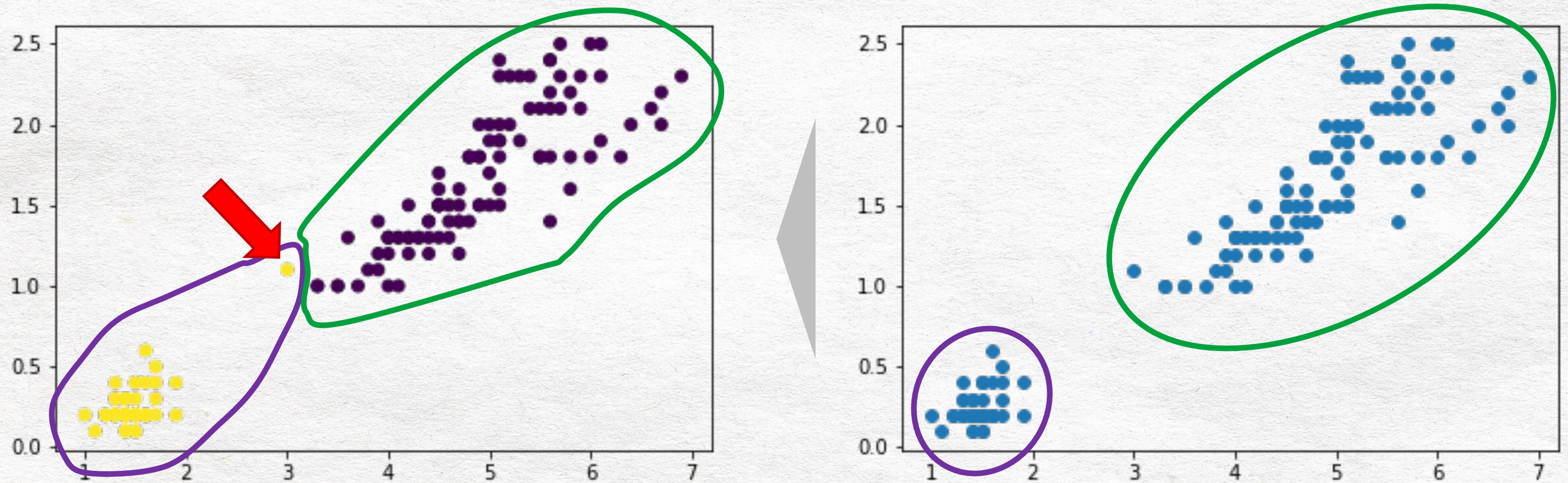
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Ao usar o K-means, temos o seguinte cenário



APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Ao usar o K-means, temos o seguinte cenário



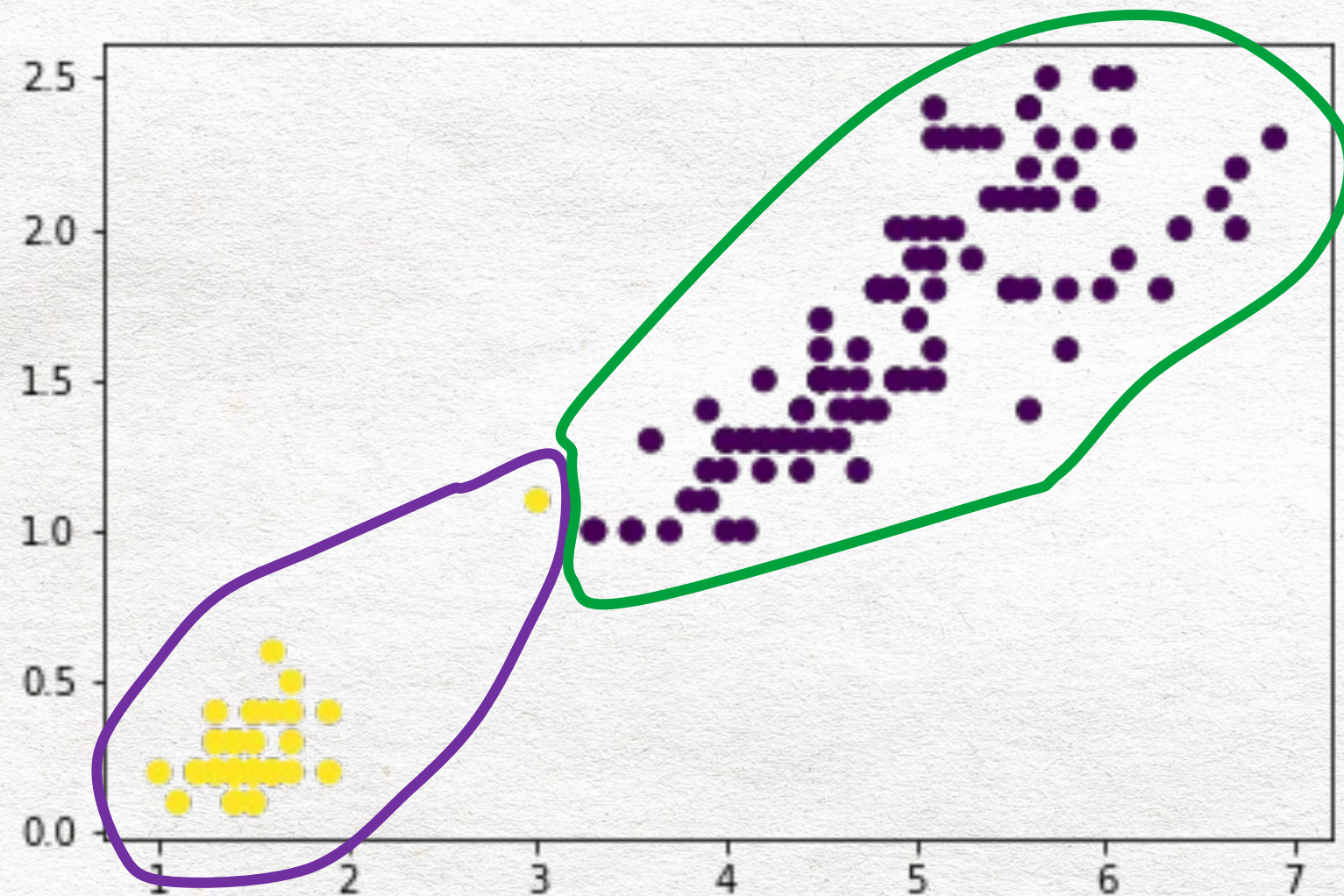
APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Ao usar o K-means, temos o seguinte cenário



APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

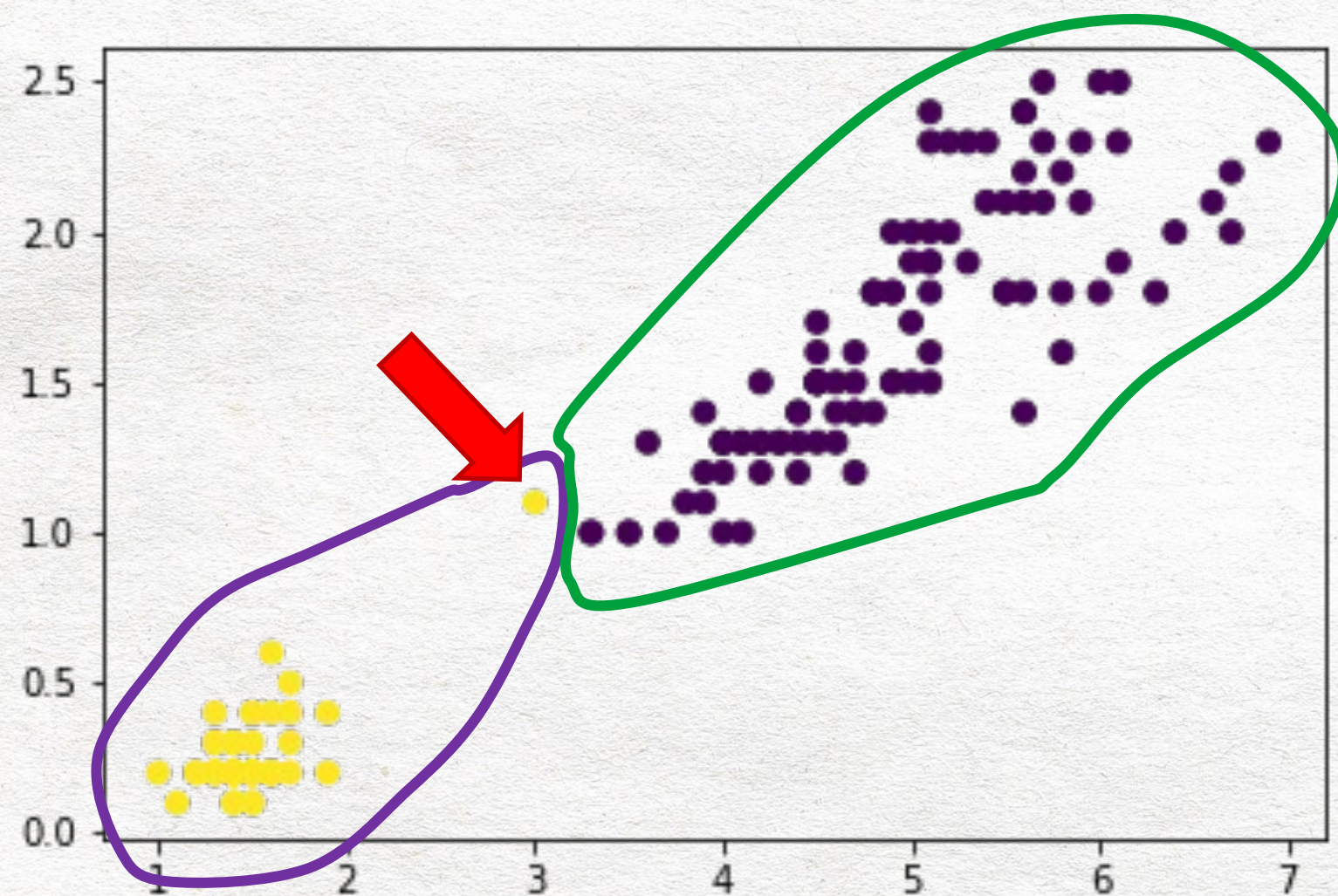
Ao usar o K-means, temos o seguinte cenário



Ele funcionou sim!
O K-means conseguiu separar os nossos dados!

APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

Ao usar o K-means, temos o seguinte cenário



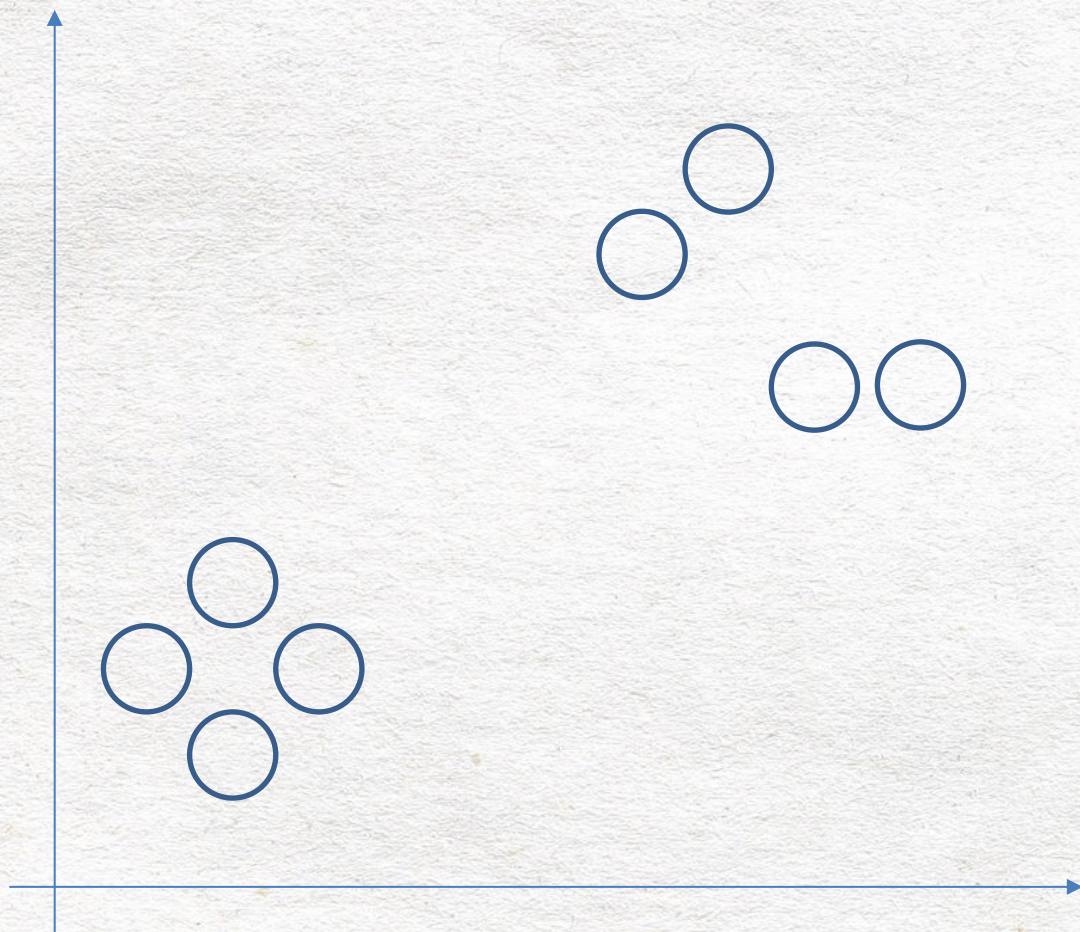
Ele funcionou sim!
O K-means conseguiu separar
os nossos dados!

Qual o motivo dessa classificação?

O ALGORITMO DO K-MEANS

Como funciona o algoritmo do K-means?

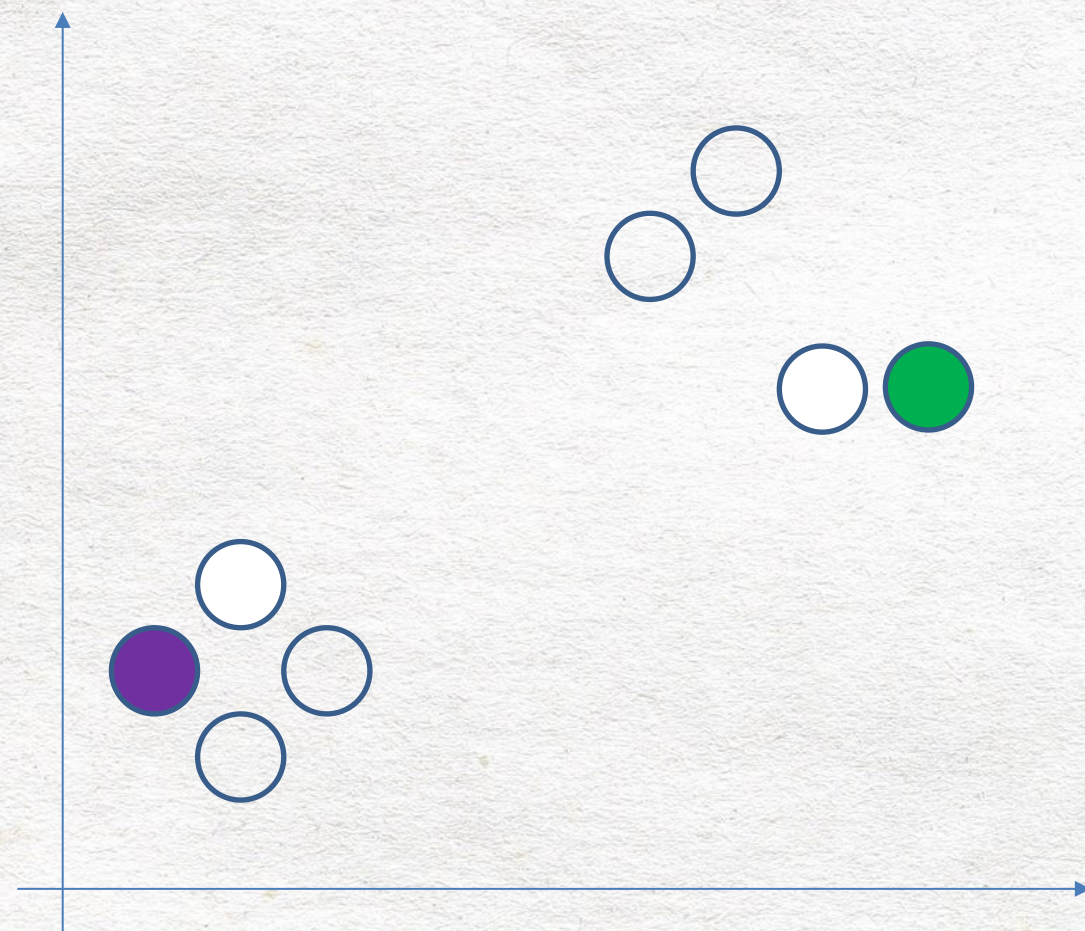
K = 2 → Preciso ter esse k definido (e isso impacta meu resultado)



O ALGORITMO DO K-MEANS

Como funciona o algoritmo do K-means?

K = 2



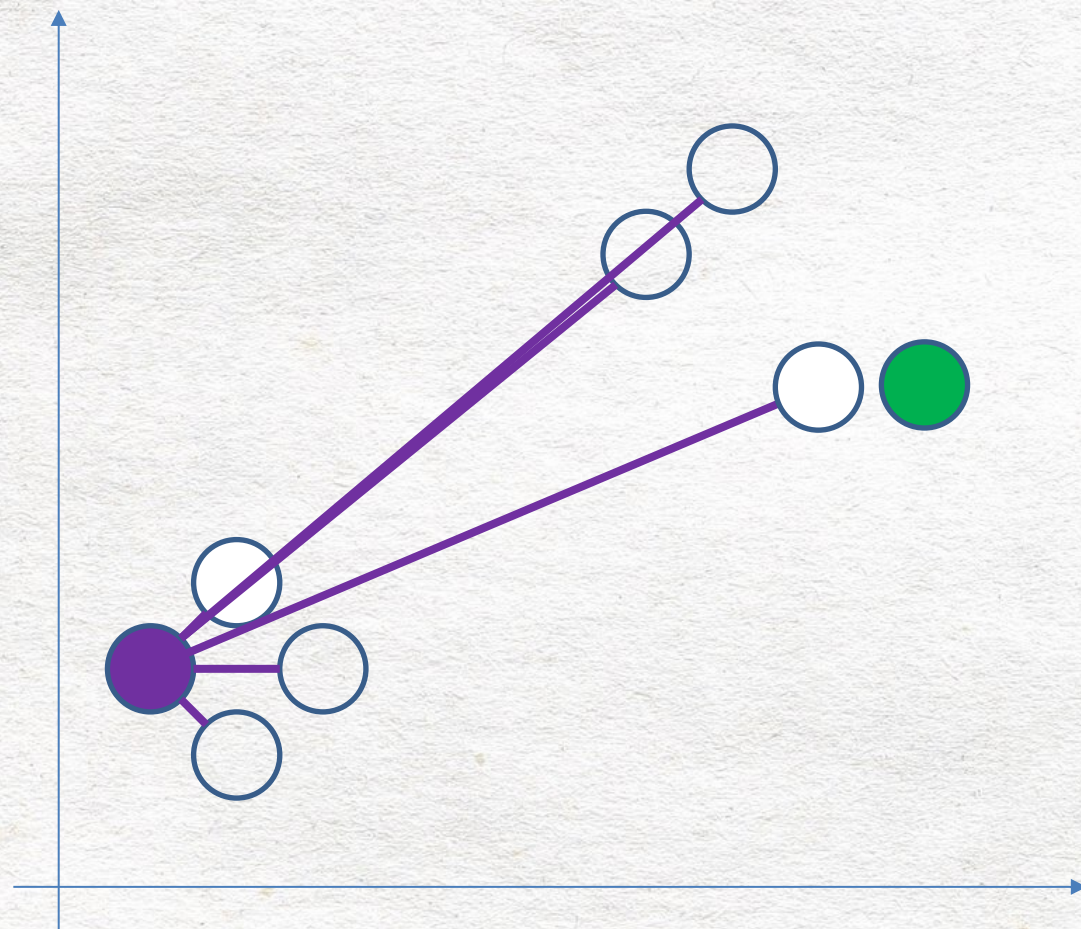
Selecionamos aleatoriamente k pontos para servirem como centro dos meus clusters

K = 2

O ALGORITMO DO K-MEANS

Como funciona o algoritmo do K-means?

K = 2

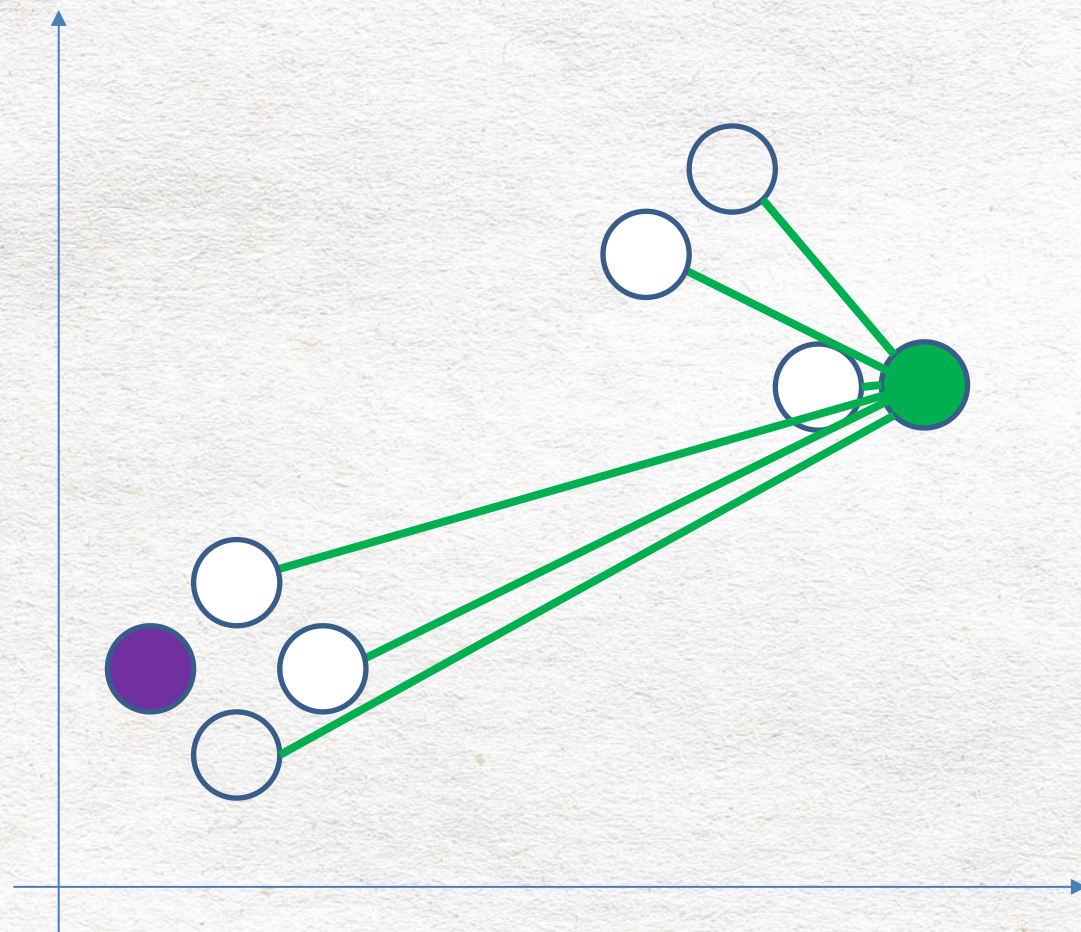


Vamos calcular a distância de cada um dos outros pontos de dados a cada um dos centros

O ALGORITMO DO K-MEANS

Como funciona o algoritmo do K-means?

K = 2

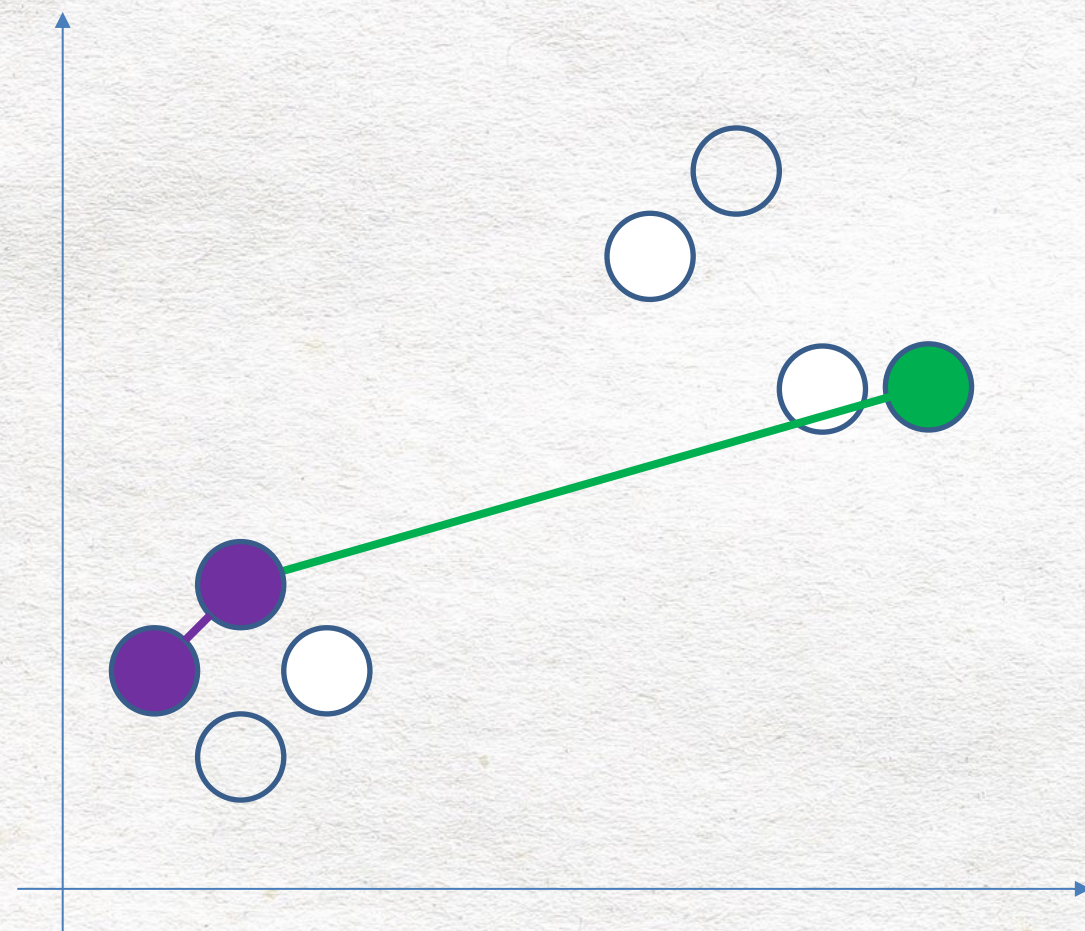


Vamos calcular a distância de cada um dos outros pontos de dados a cada um dos centros

O ALGORITMO DO K-MEANS

Como funciona o algoritmo do K-means?

K = 2

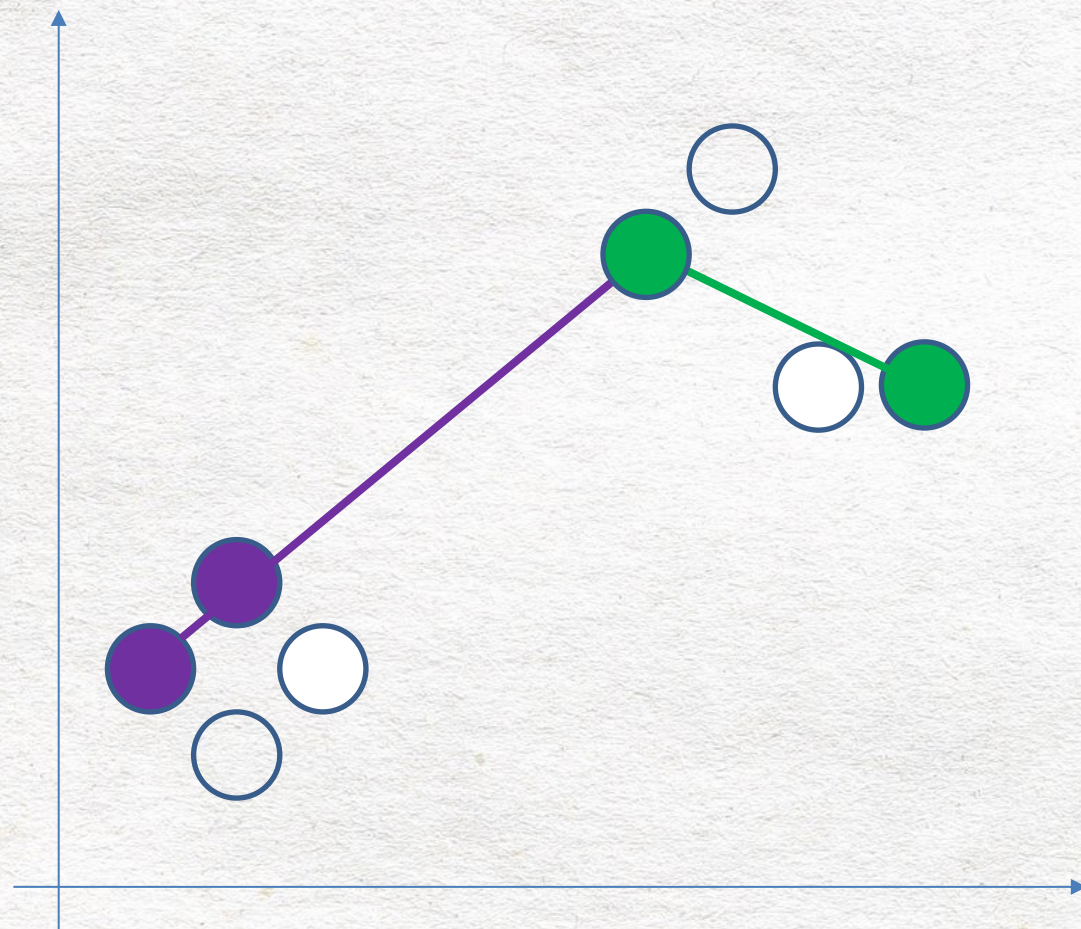


Vamos atribuir cada um dos pontos ao centro mais próximo

O ALGORITMO DO K-MEANS

Como funciona o algoritmo do K-means?

$K = 2$

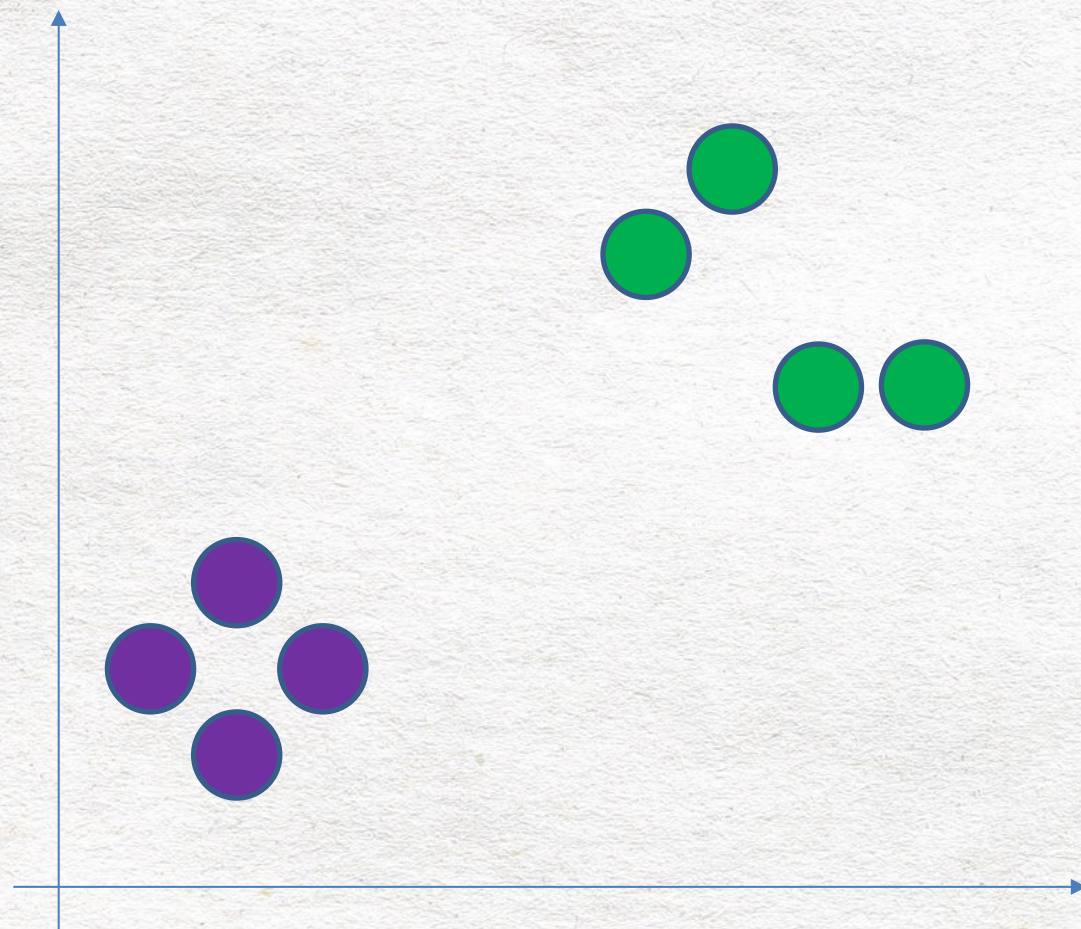


Vamos atribuir cada um dos pontos ao centro mais próximo

O ALGORITMO DO K-MEANS

Como funciona o algoritmo do K-means?

K = 2

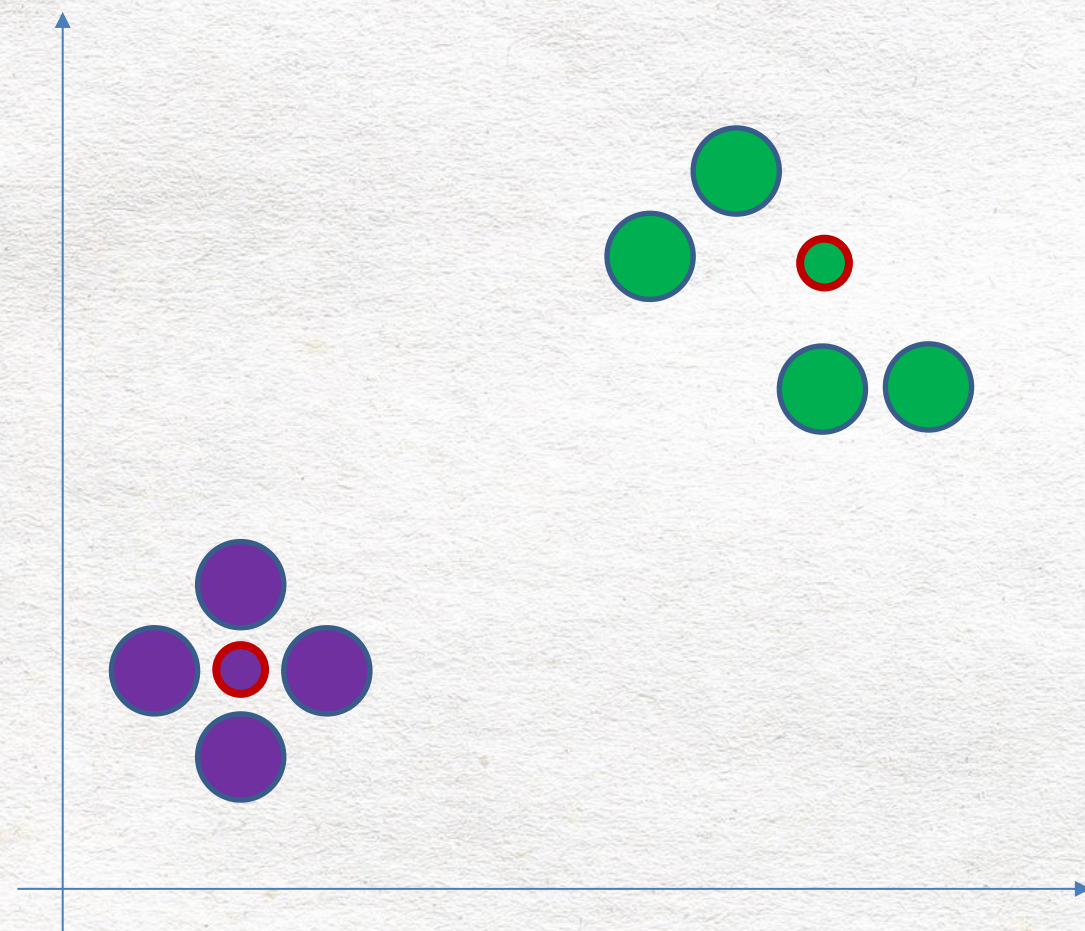


Vamos atribuir cada um dos pontos ao centro mais próximo

O ALGORITMO DO K-MEANS

Como funciona o algoritmo do K-means?

$K = 2$

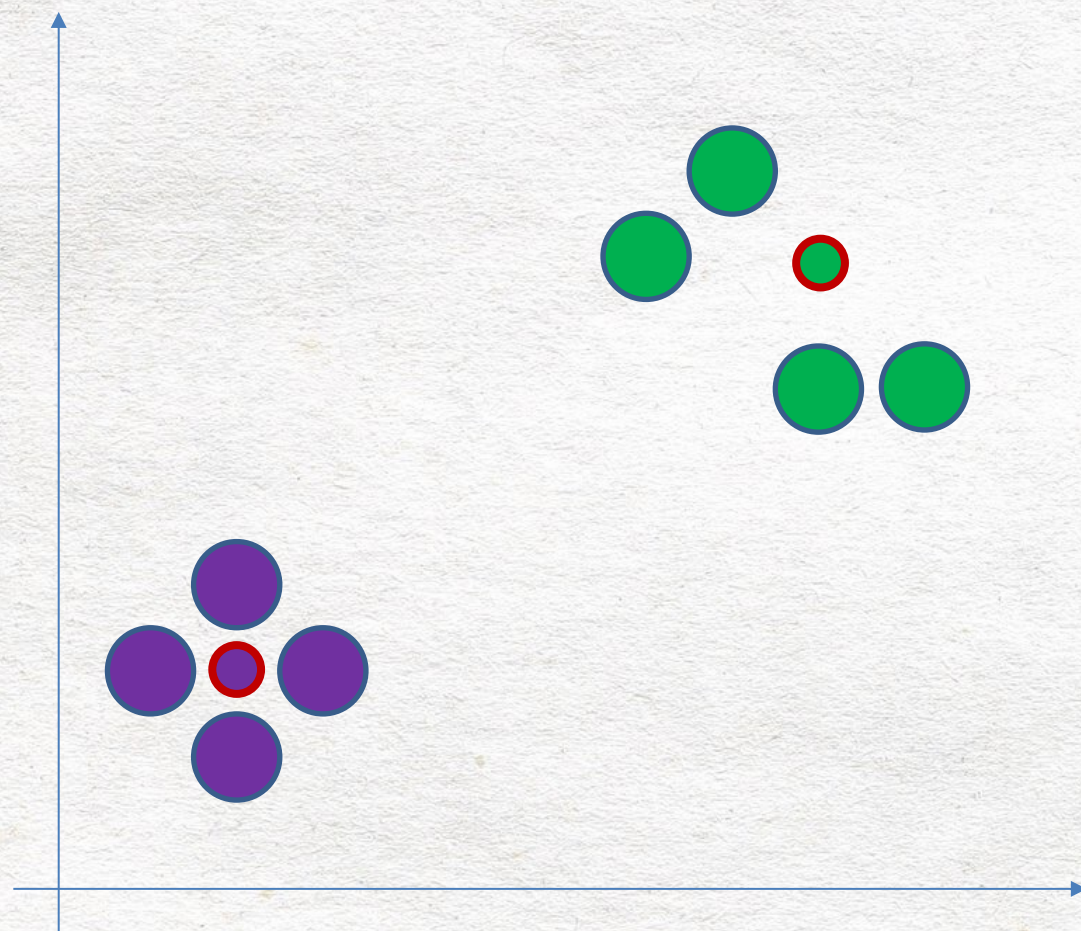


Com todos os pontos classificados, vamos gerar um novo centróide baseado nesses pontos

O ALGORITMO DO K-MEANS

Como funciona o algoritmo do K-means?

K = 2

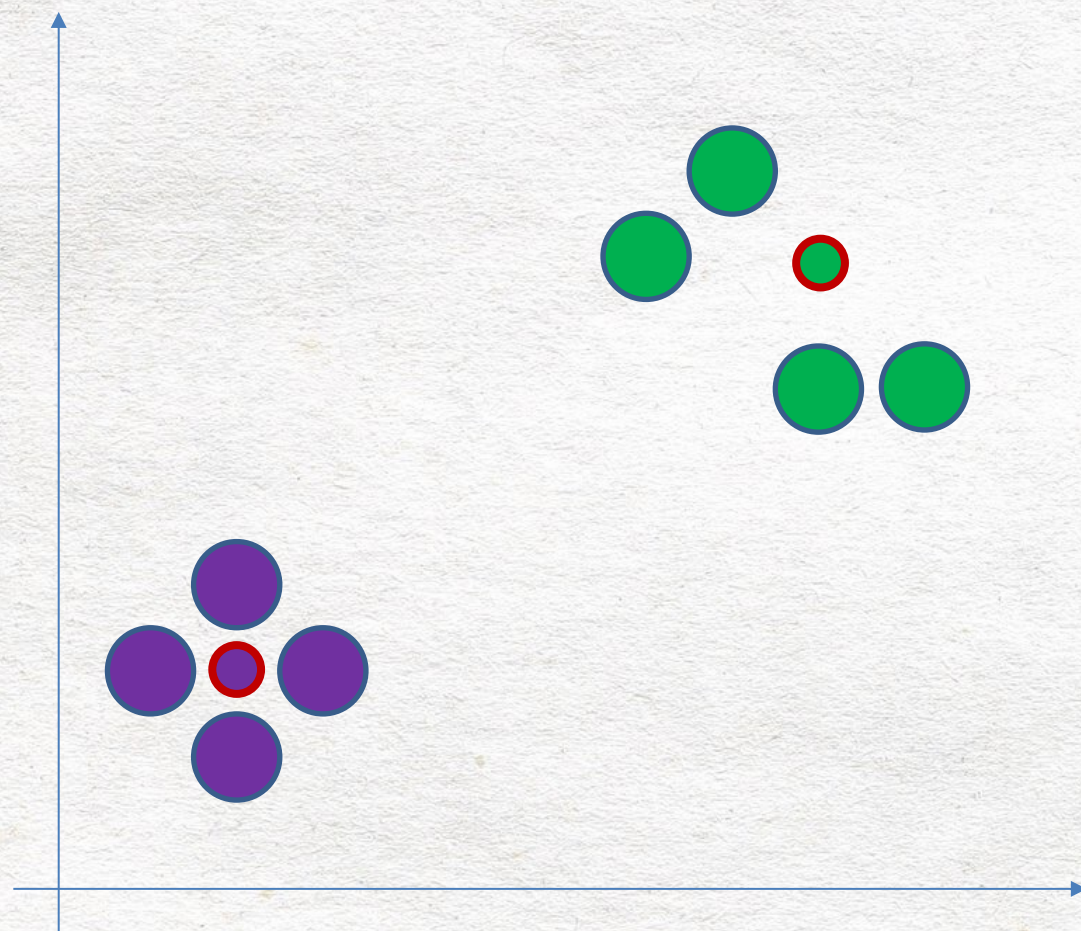


Com esse novo centróide, vamos classificar novamente os pontos utilizando a distância de cada ponto a esse centróide

O ALGORITMO DO K-MEANS

Como funciona o algoritmo do K-means?

K = 2



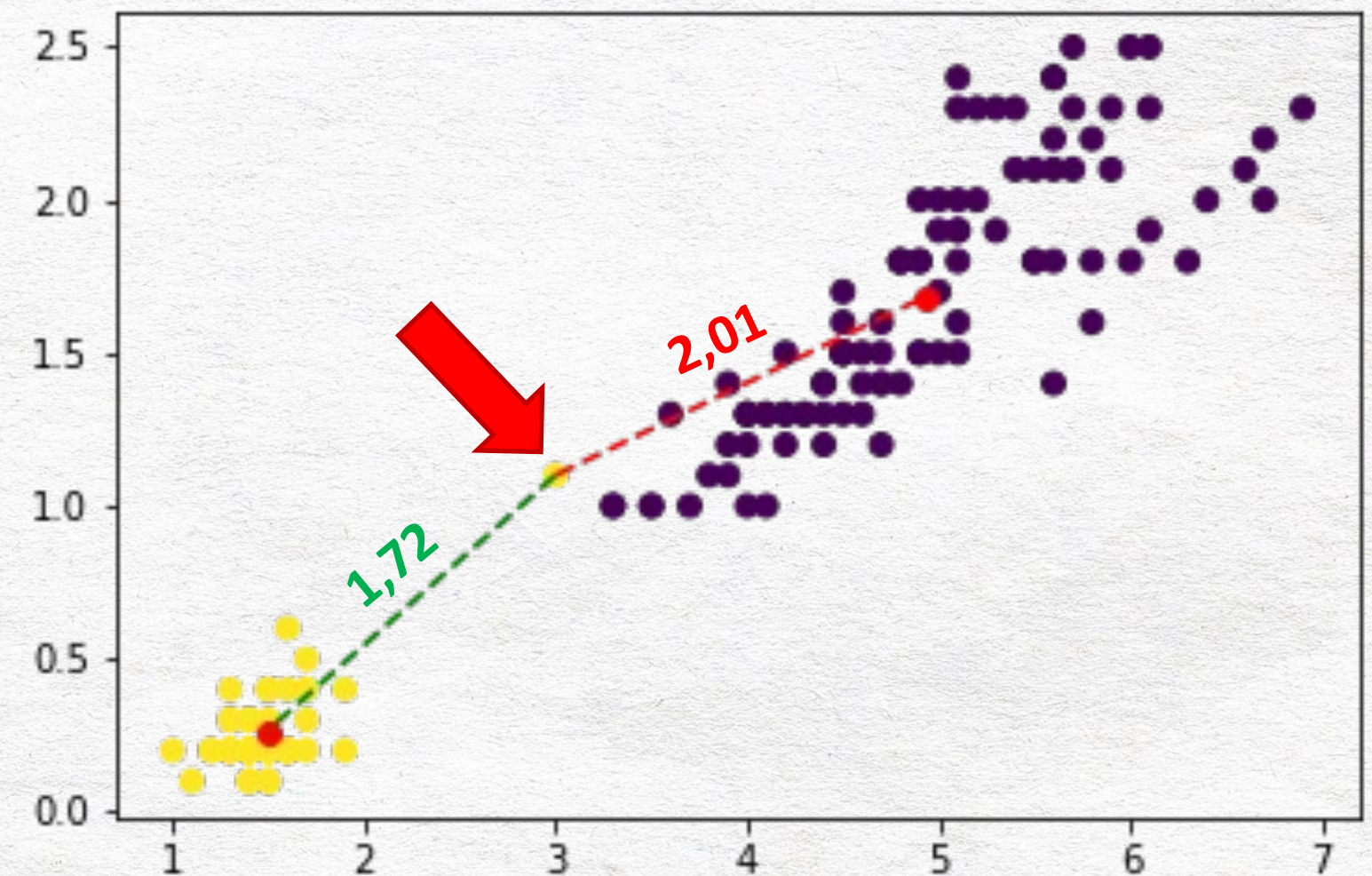
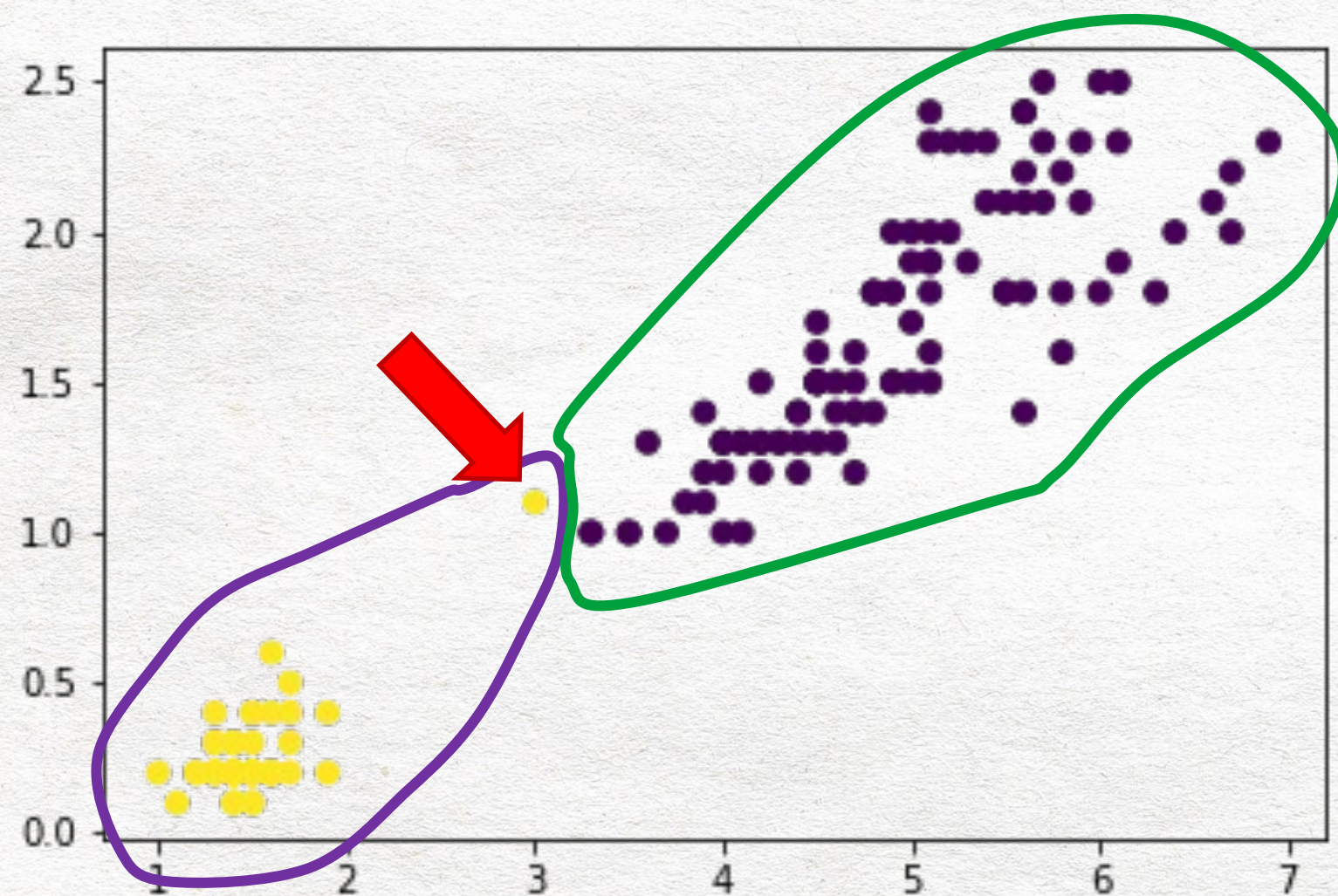
Com esse novo centróide, vamos classificar novamente os pontos utilizando a distância de cada ponto a esse centróide



Esse processo se repete até a convergência do modelo (ou seja, quando o centróide “parar” de se movimentar)

APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (REVISÃO)

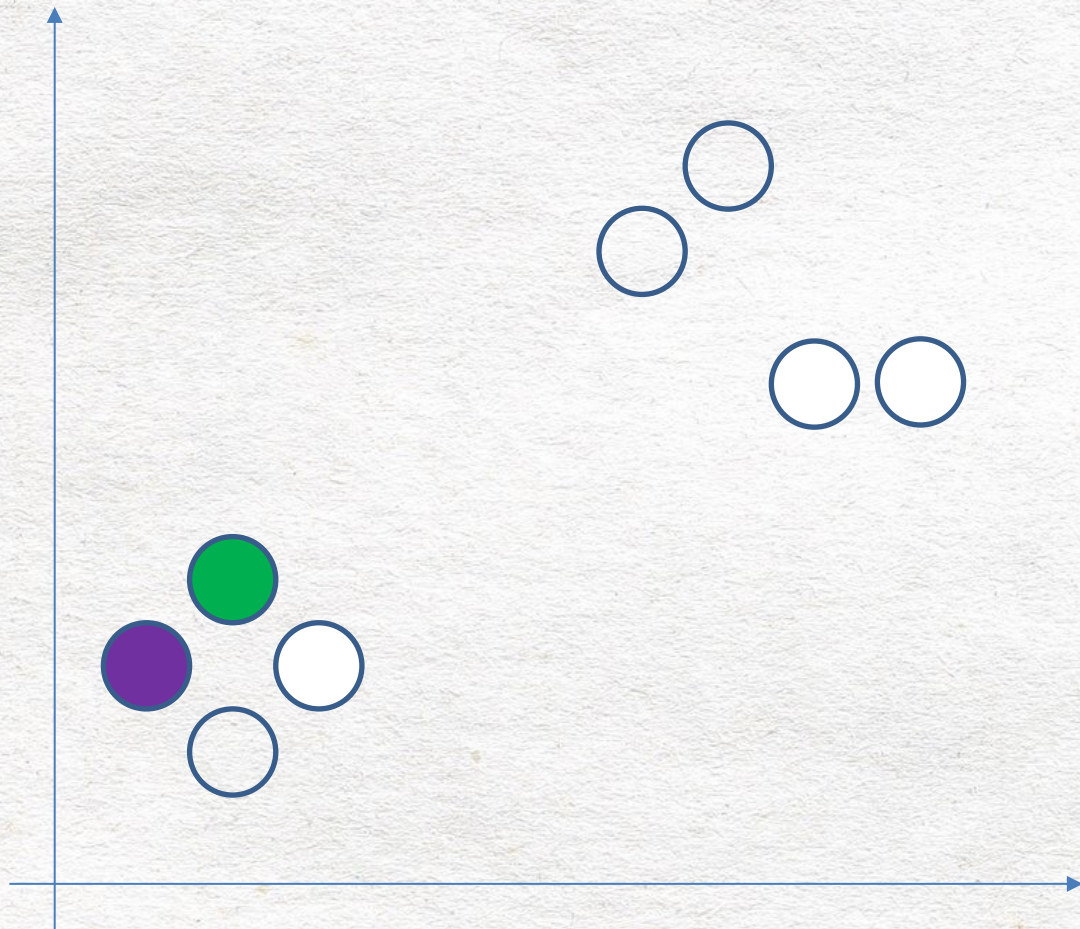
Voltando no problema do ponto “muito longe” dos dados



O ALGORITMO DO K-MEANS

E se esses forem os pontos escolhidos para começar?

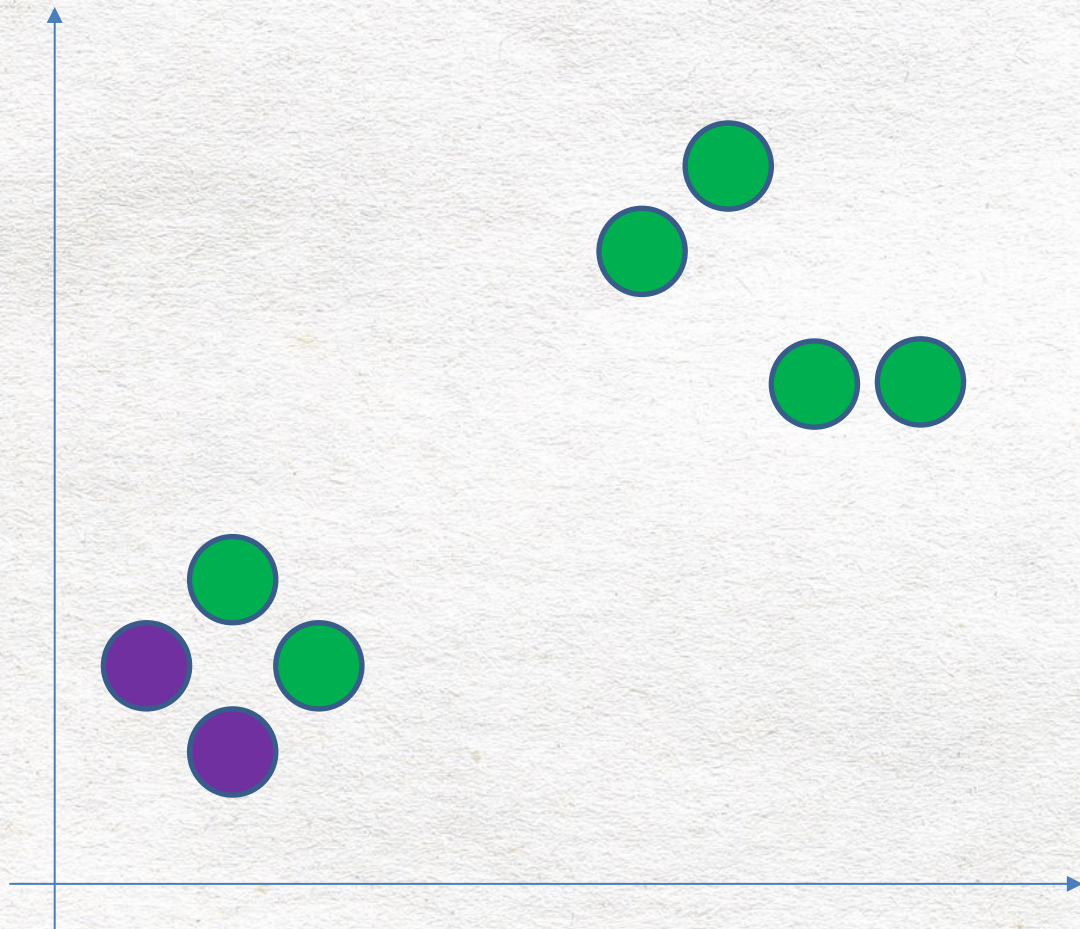
$K = 2$



O ALGORITMO DO K-MEANS

E se esses forem os pontos escolhidos para começar?

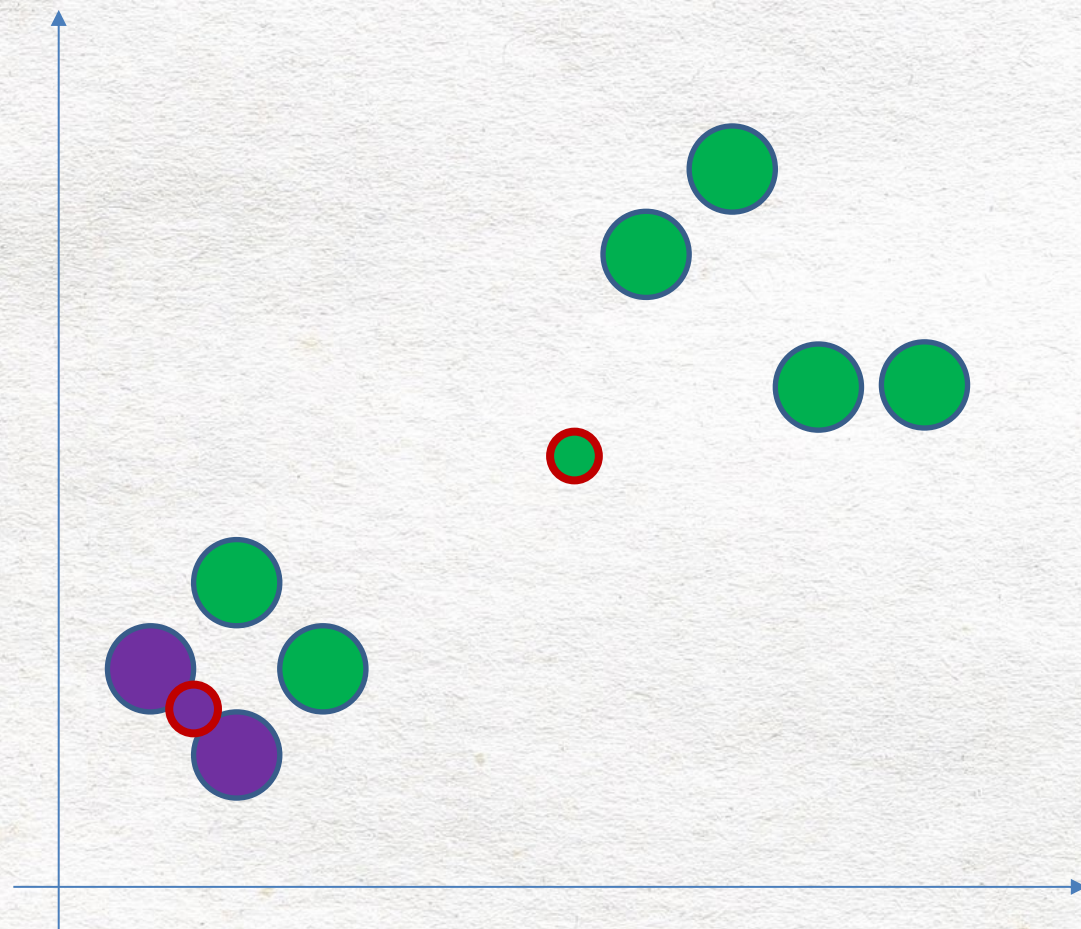
$K = 2$



O ALGORITMO DO K-MEANS

E se esses forem os pontos escolhidos para começar?

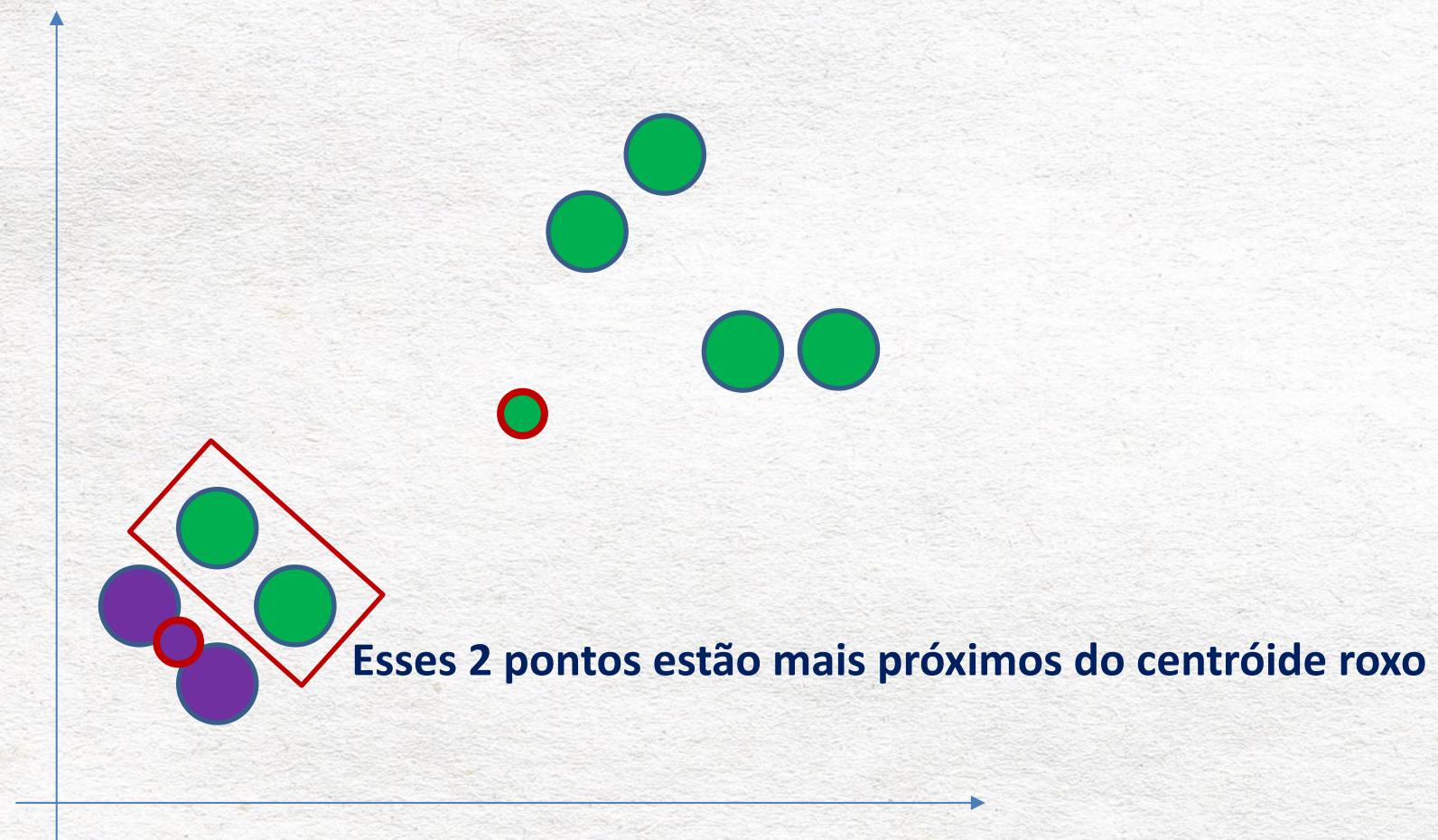
$K = 2$



O ALGORITMO DO K-MEANS

E se esses forem os pontos escolhidos para começar?

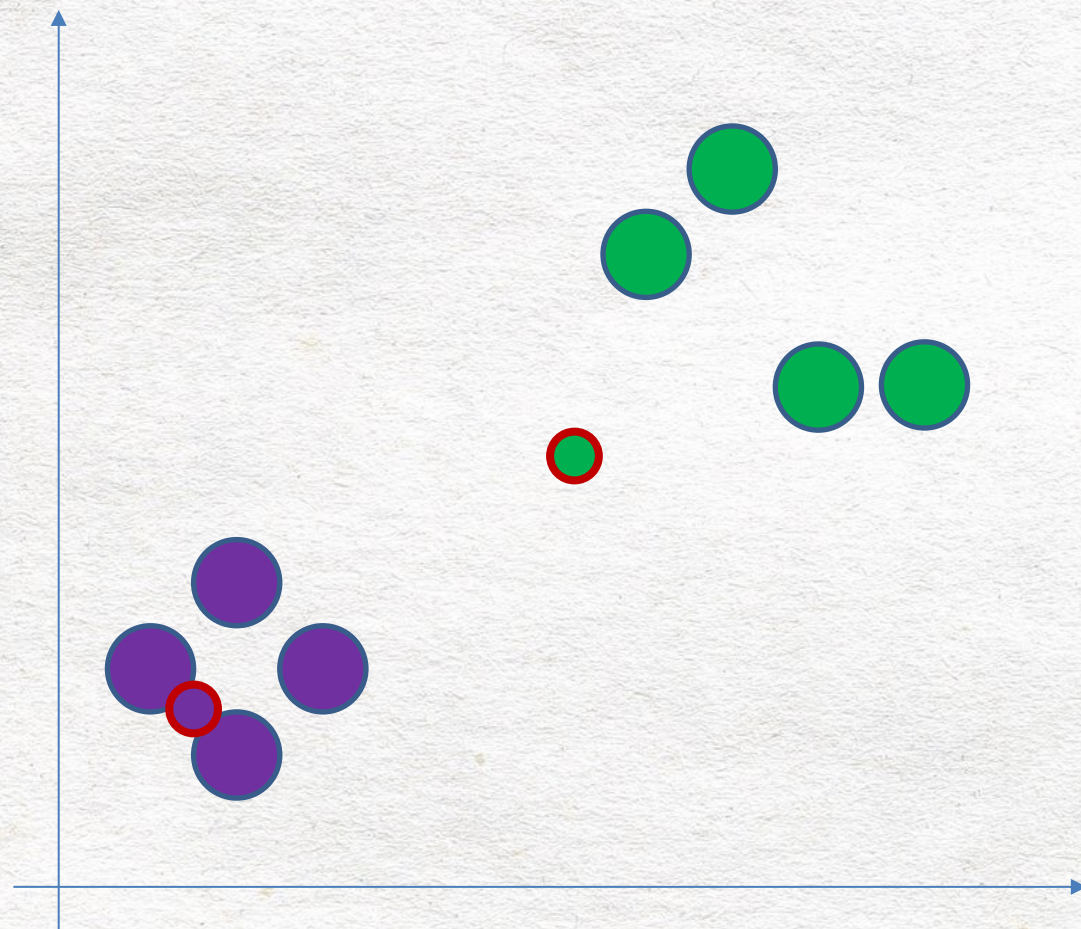
$K = 2$



O ALGORITMO DO K-MEANS

E se esses forem os pontos escolhidos para começar?

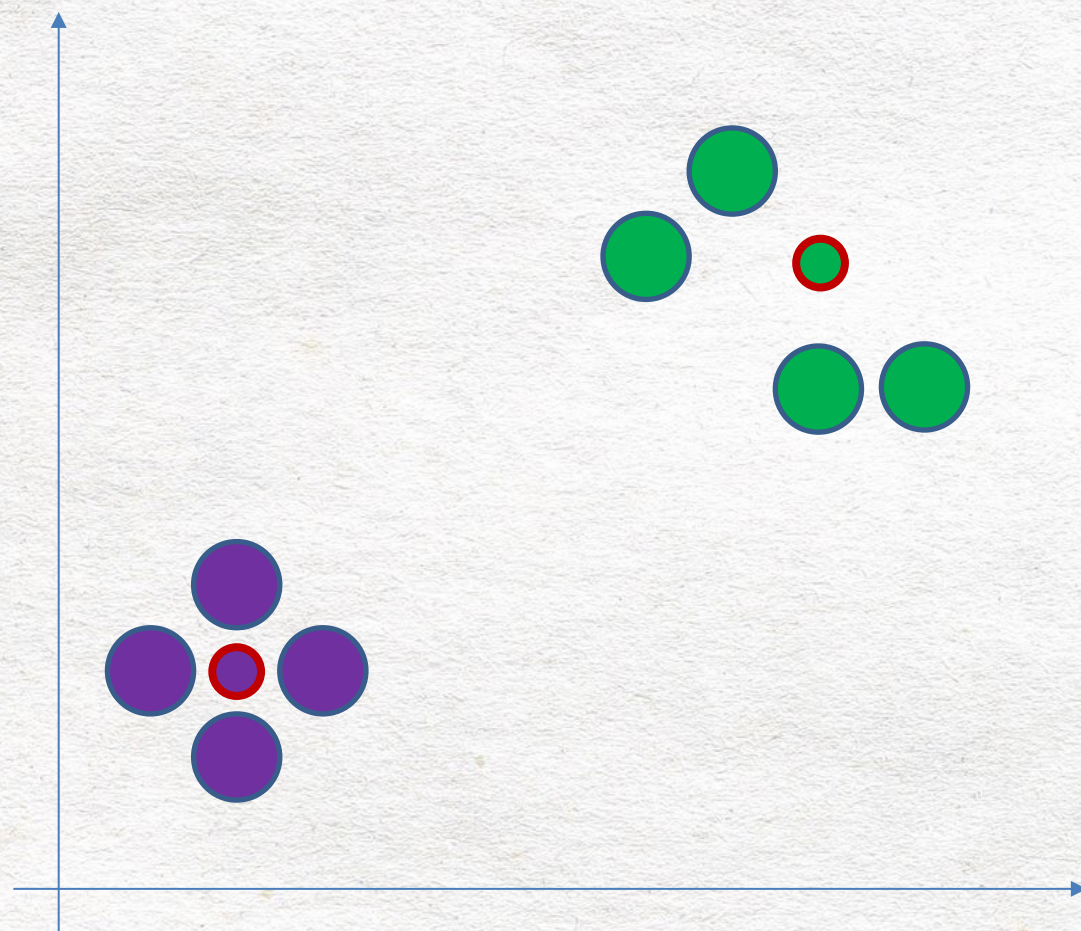
$K = 2$



O ALGORITMO DO K-MEANS

E se esses forem os pontos escolhidos para começar?

$K = 2$

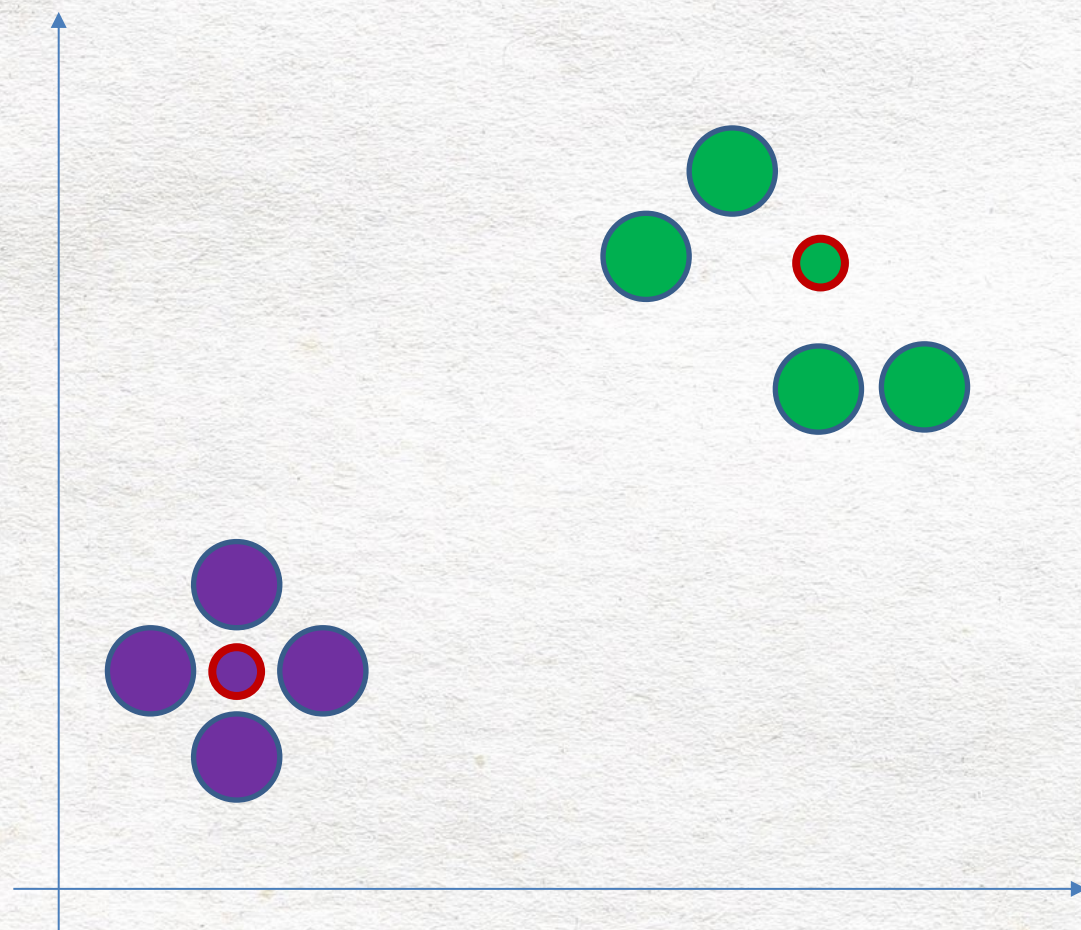


Nesse caso, o problema foi resolvido e os pontos continuam classificados corretamente

O ALGORITMO DO K-MEANS

E se esses forem os pontos escolhidos para começar?

$K = 2$



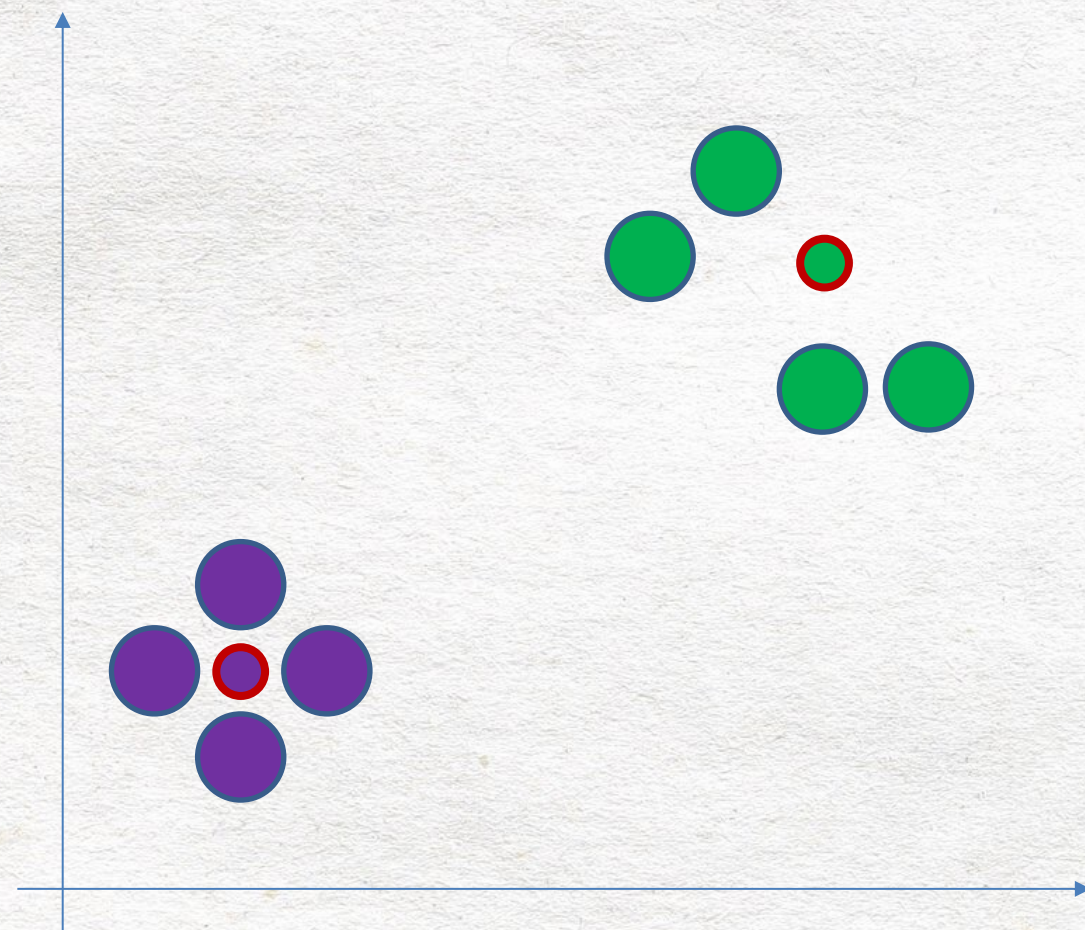
Nesse caso, o problema foi resolvido e os pontos continuam classificados corretamente

Então sempre vai dar certo?

O ALGORITMO DO K-MEANS

E se esses forem os pontos escolhidos para começar?

$K = 2$



Nesse caso, o problema foi resolvido e os pontos continuam classificados corretamente

Então sempre vai dar certo?

`init : {'k-means++', 'random'}, callable ou array-like de forma (n_clusters, n_features), default='k-means++'`

Método de inicialização:

'k-means++': seleciona os centróides iniciais do cluster usando amostragem com base em uma distribuição de probabilidade empírica da contribuição dos pontos para a inércia geral. Essa técnica acelera a convergência e é teoricamente comprovada $\mathcal{O}(\log k)$ -ótimo. Veja a descrição de `n_init` para mais detalhes.

'aleatório': escolha `n_clusters` observações (linhas) aleatoriamente a partir dos dados para os centróides iniciais.

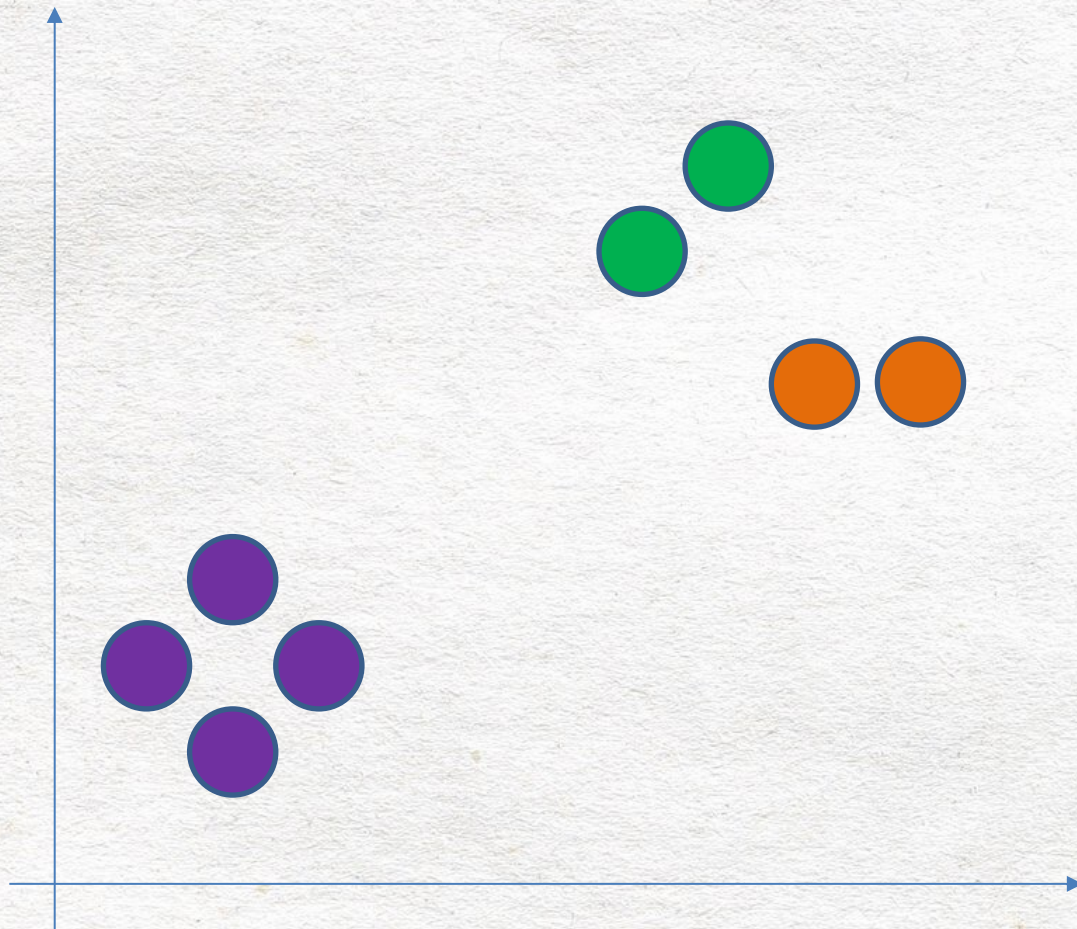
Se um array for passado, ele deve ter formato (n_clusters, n_features) e fornecer os centros iniciais.

Se um callable for passado, ele deve receber os argumentos X, n_clusters e um estado aleatório e retornar uma inicialização.

O ALGORITMO DO K-MEANS

Como funciona o algoritmo do K-means?

K = 3 → E se usarmos $k = 3$?



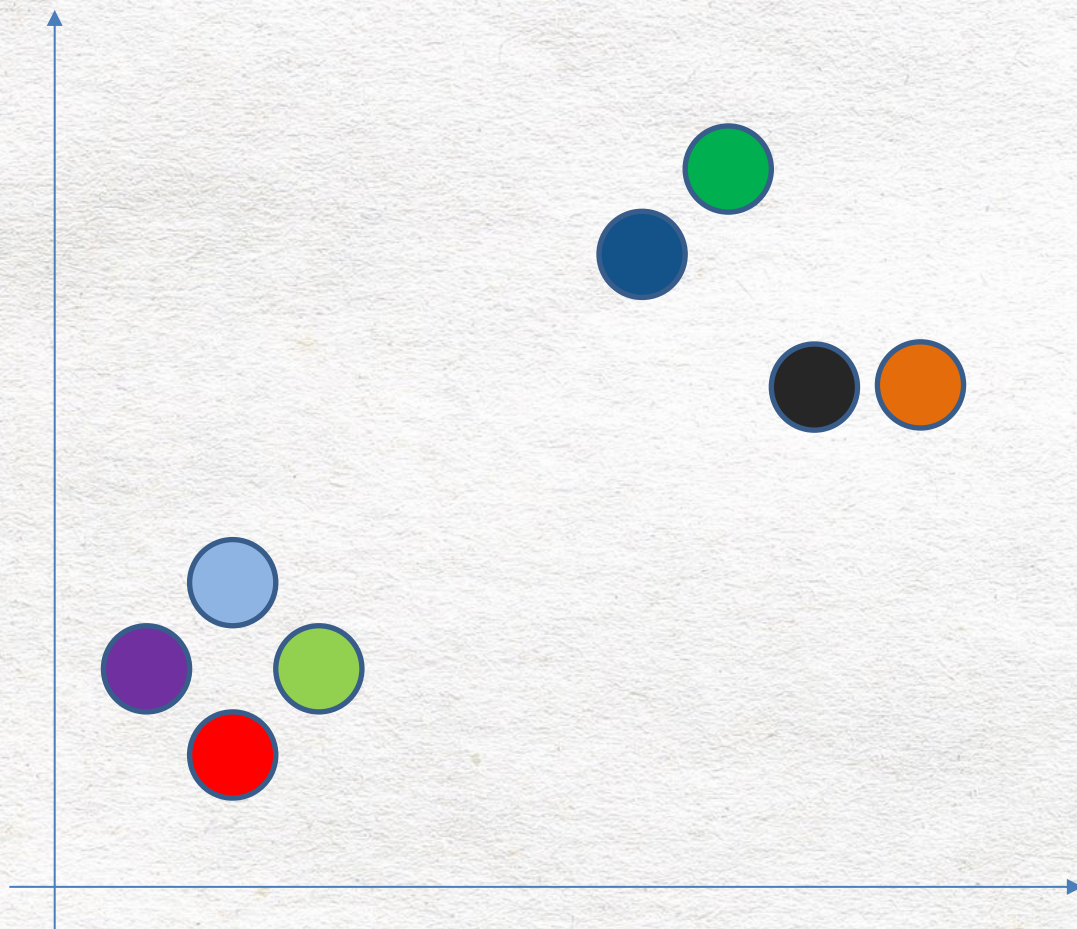
O ALGORITMO DO K-MEANS

Como funciona o algoritmo do K-means?

K = 8 → E se usarmos $k = 8$?

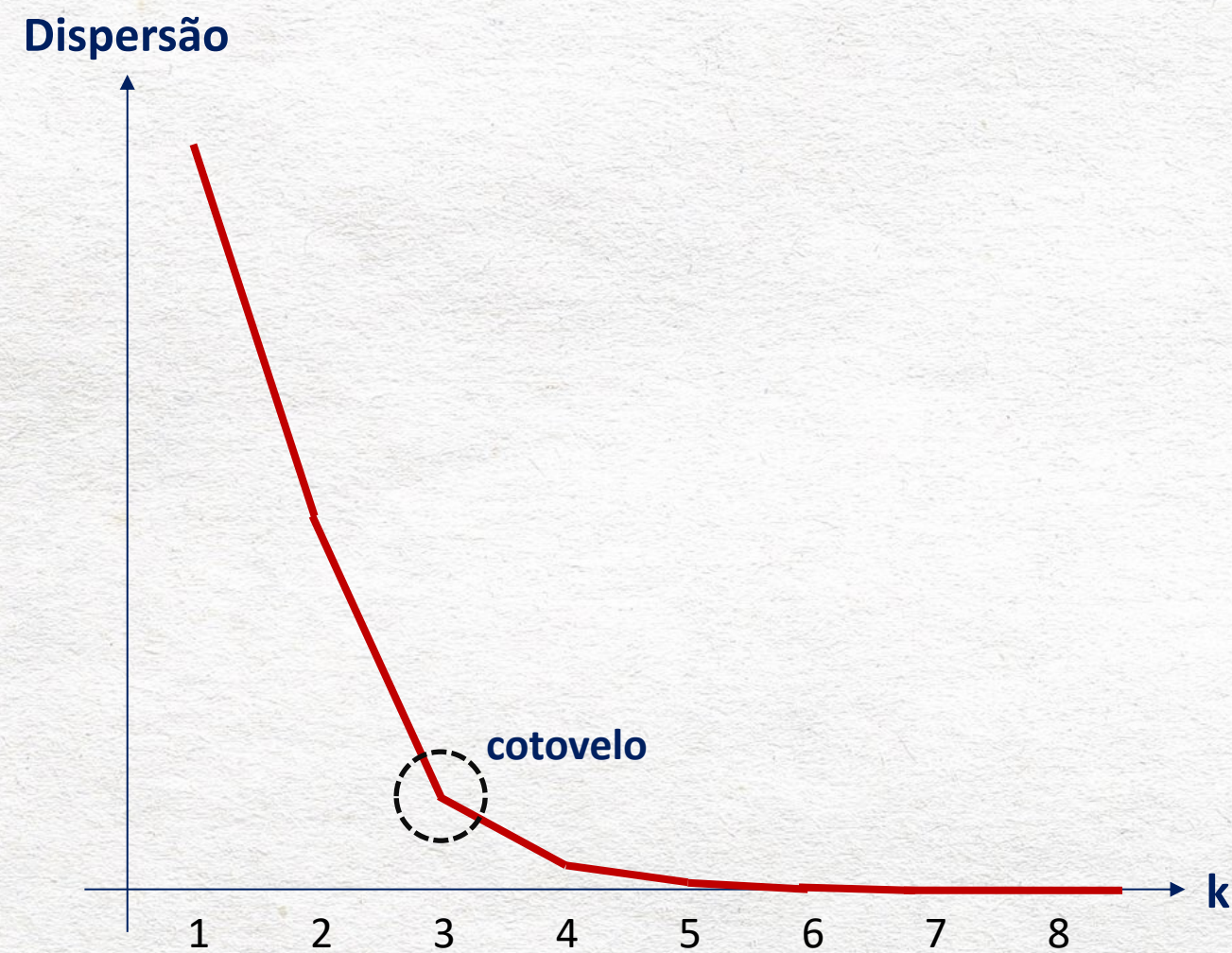
Qual o melhor valor de k ?

Para resolver isso, uma das opções é utilizarmos o método do “cotovelo” (Elbow Method)



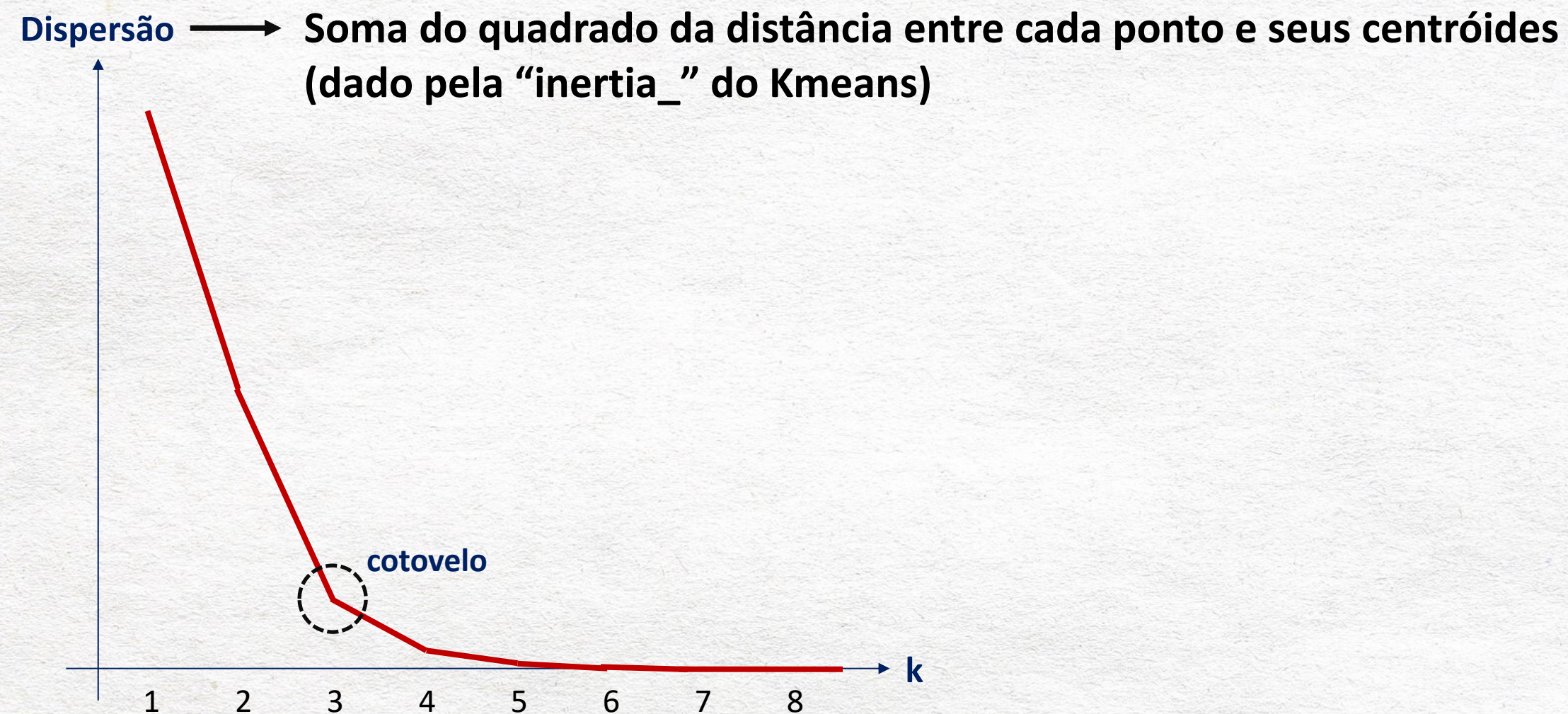
O ALGORITMO DO K-MEANS

Como funciona o algoritmo do K-means?



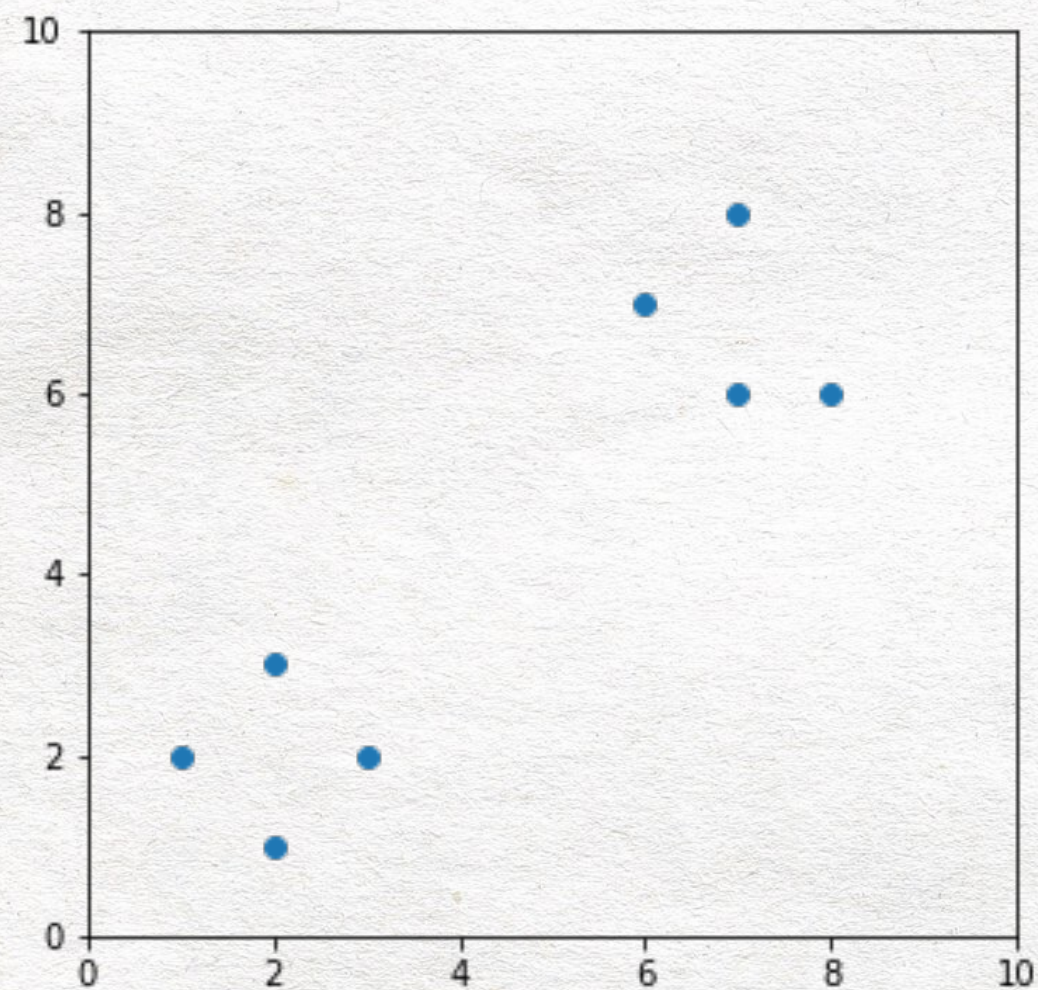
O ALGORITMO DO K-MEANS

Como funciona o algoritmo do K-means?



O ALGORITMO DO K-MEANS

Utilizando o algoritmo do K-means

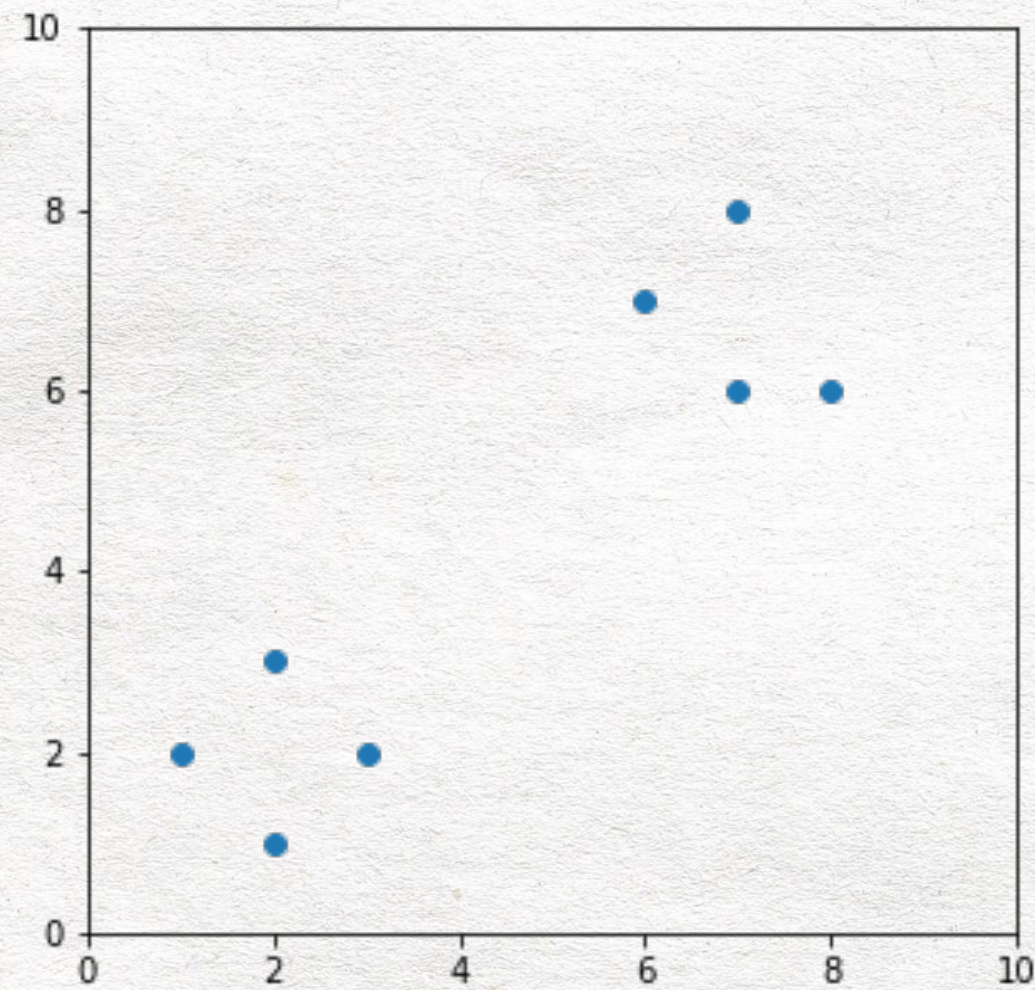


dados

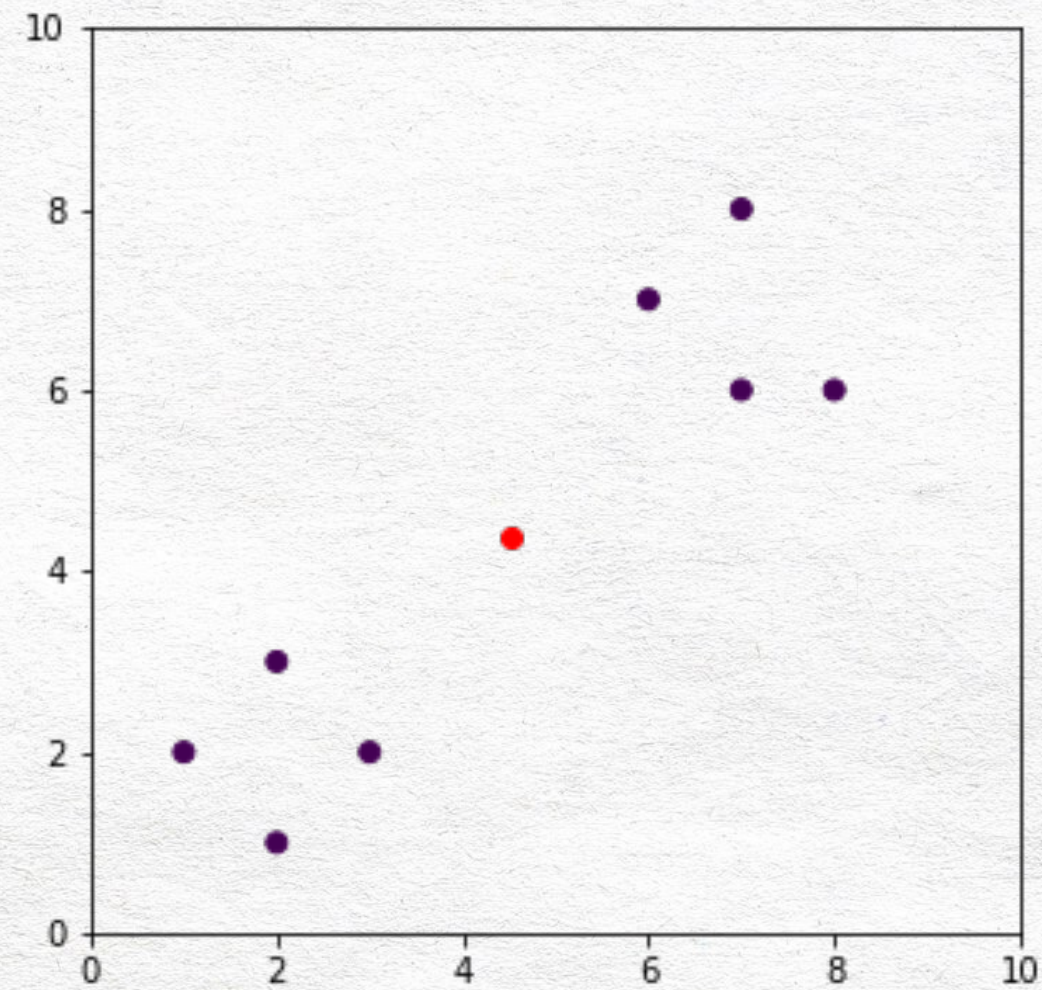
	x	y
0	1	2
1	2	1
2	3	2
3	2	3
4	7	6
5	8	6
6	6	7
7	7	8

O ALGORITMO DO K-MEANS

Utilizando o algoritmo do K-means

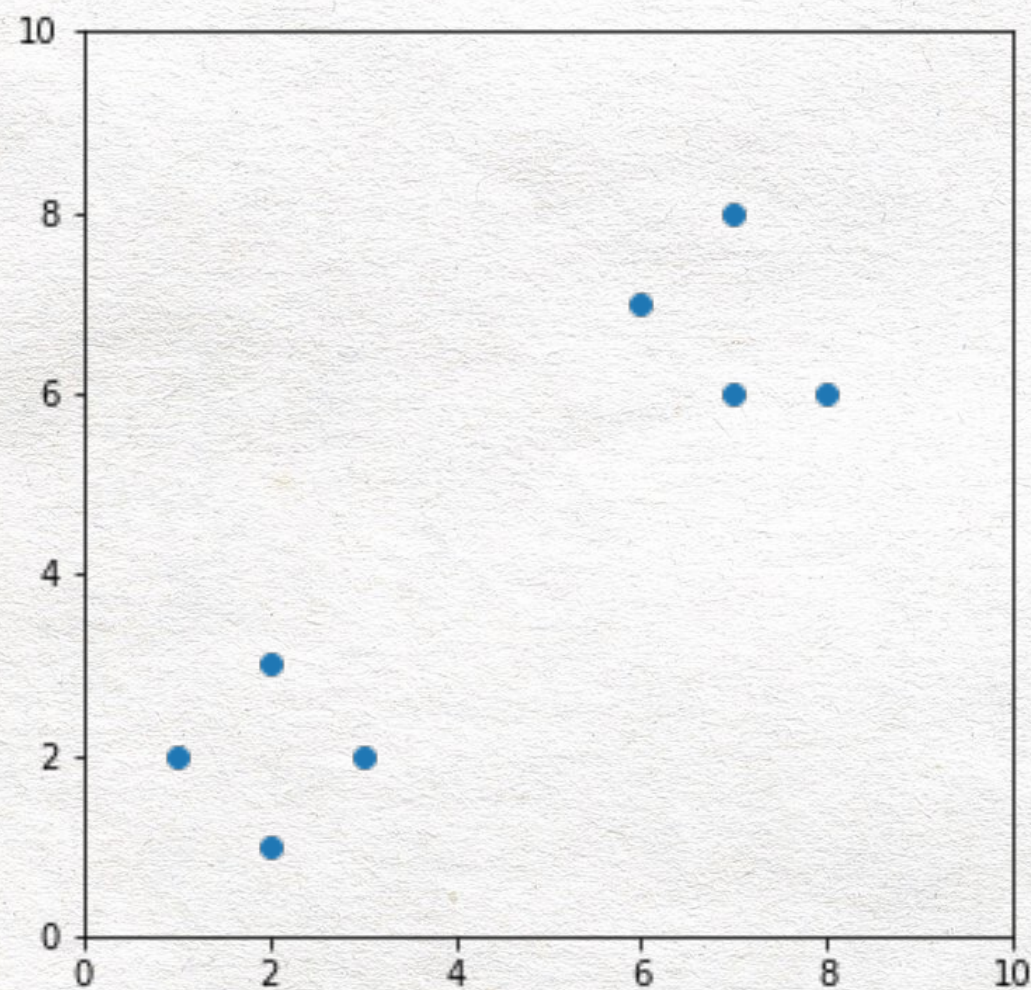


K = 1

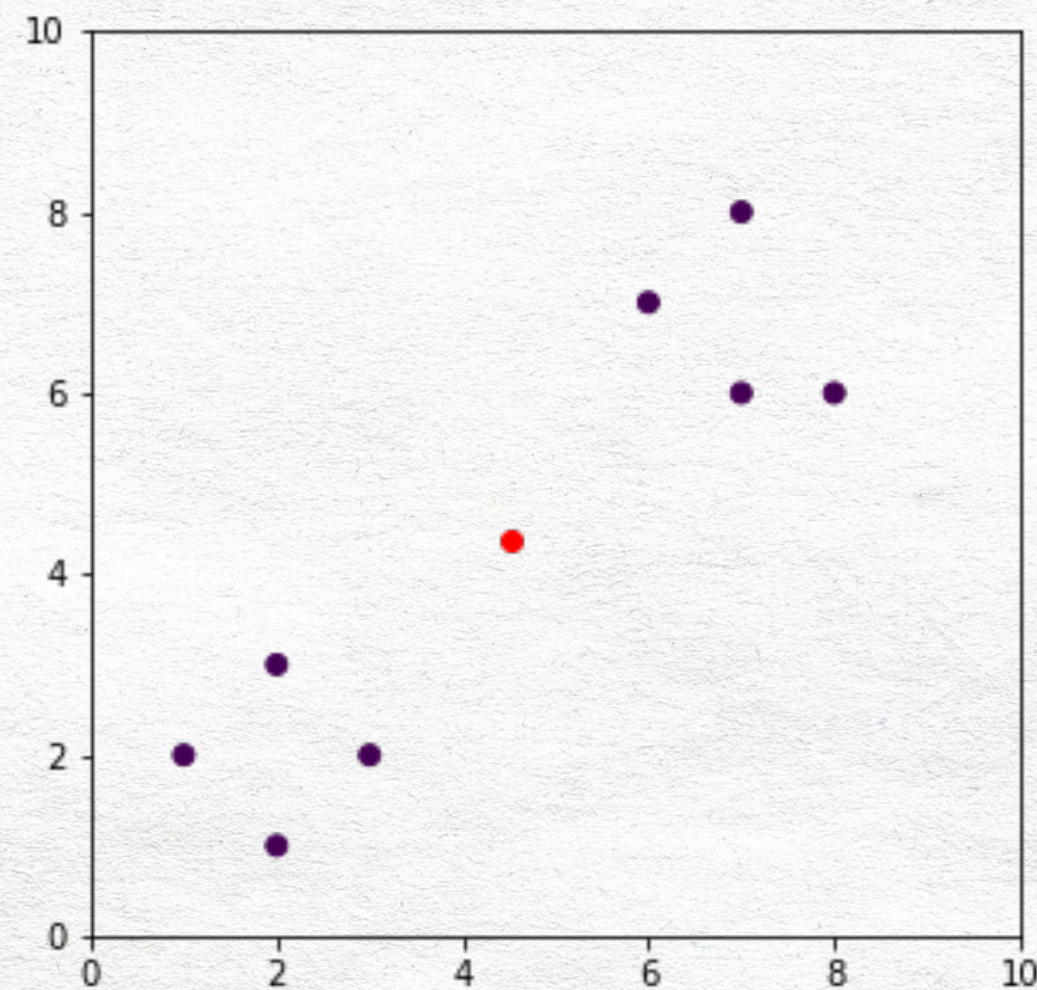


O ALGORITMO DO K-MEANS

Utilizando o algoritmo do K-means



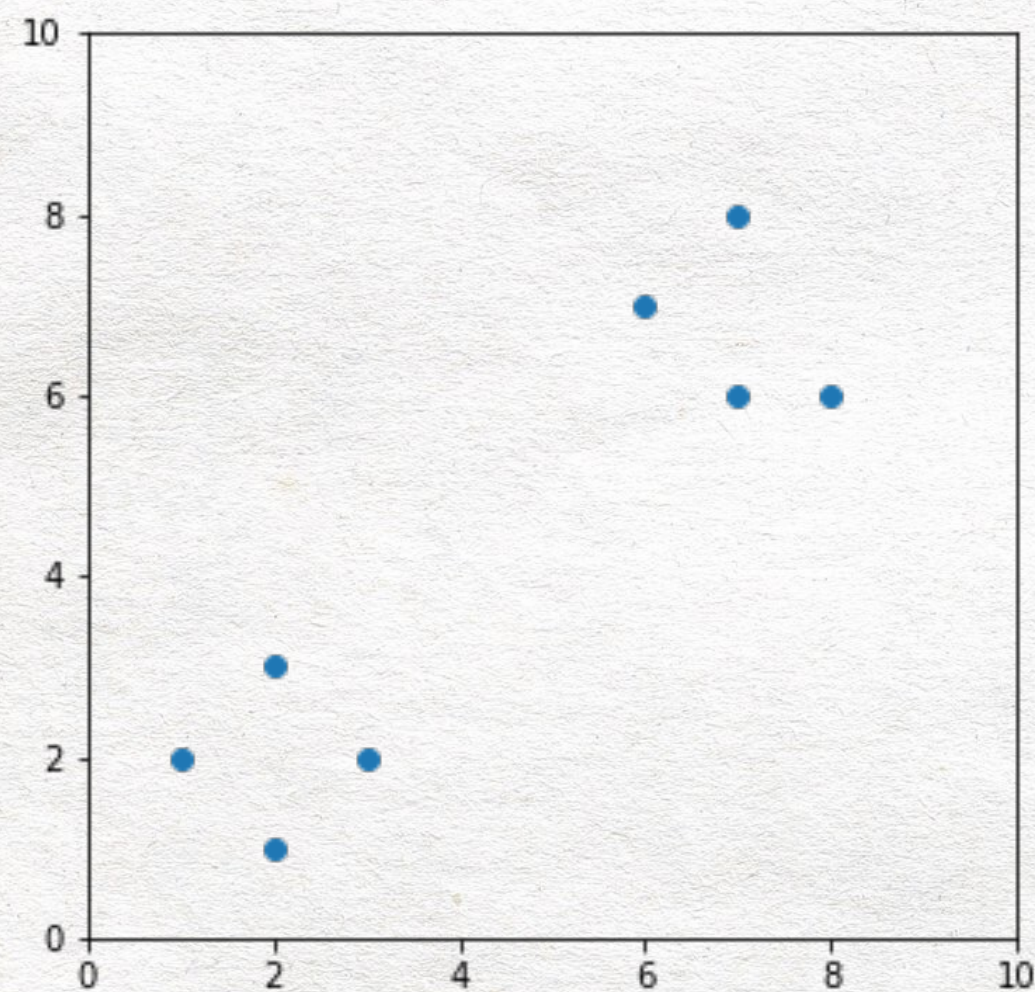
K = 1



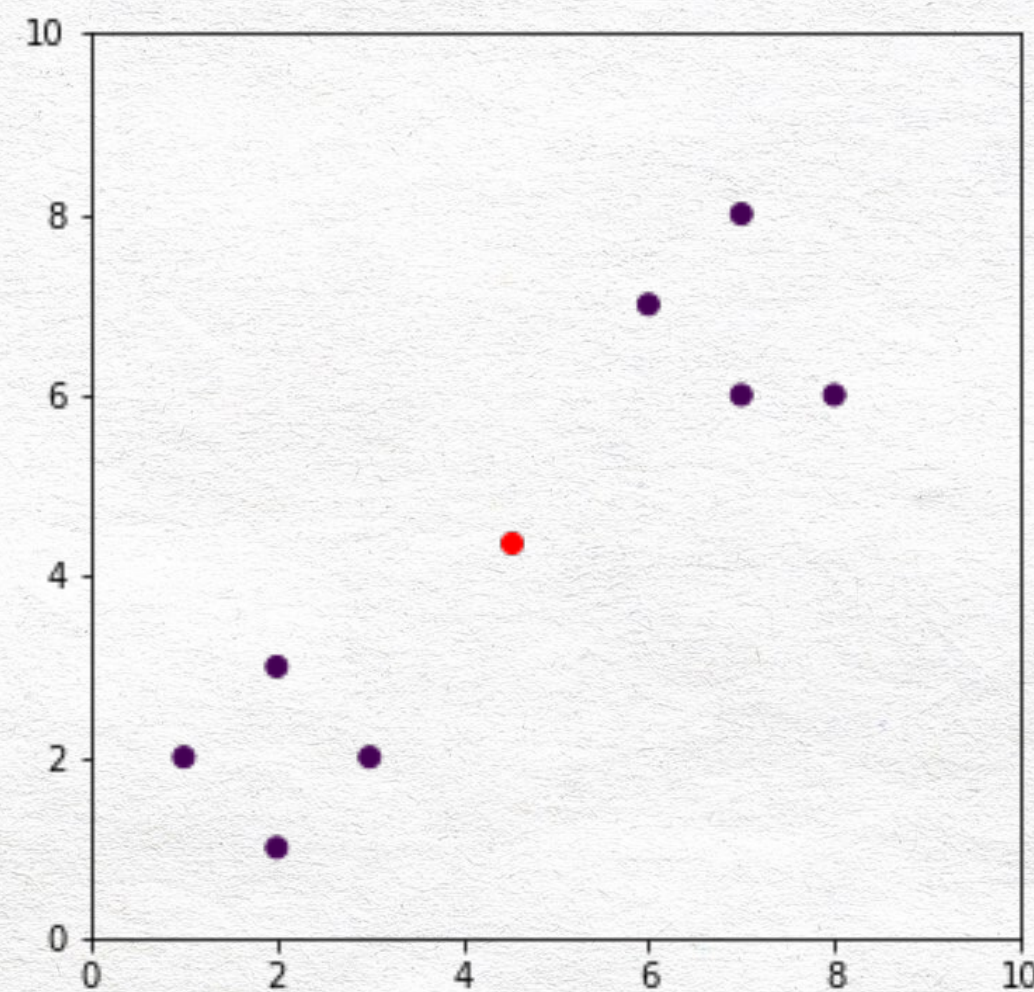
```
kmeans.cluster_centers_  
array([[4.5  , 4.375]])  
  
kmeans.inertia_  
103.875
```


O ALGORITMO DO K-MEANS

Utilizando o algoritmo do K-means



K = 1



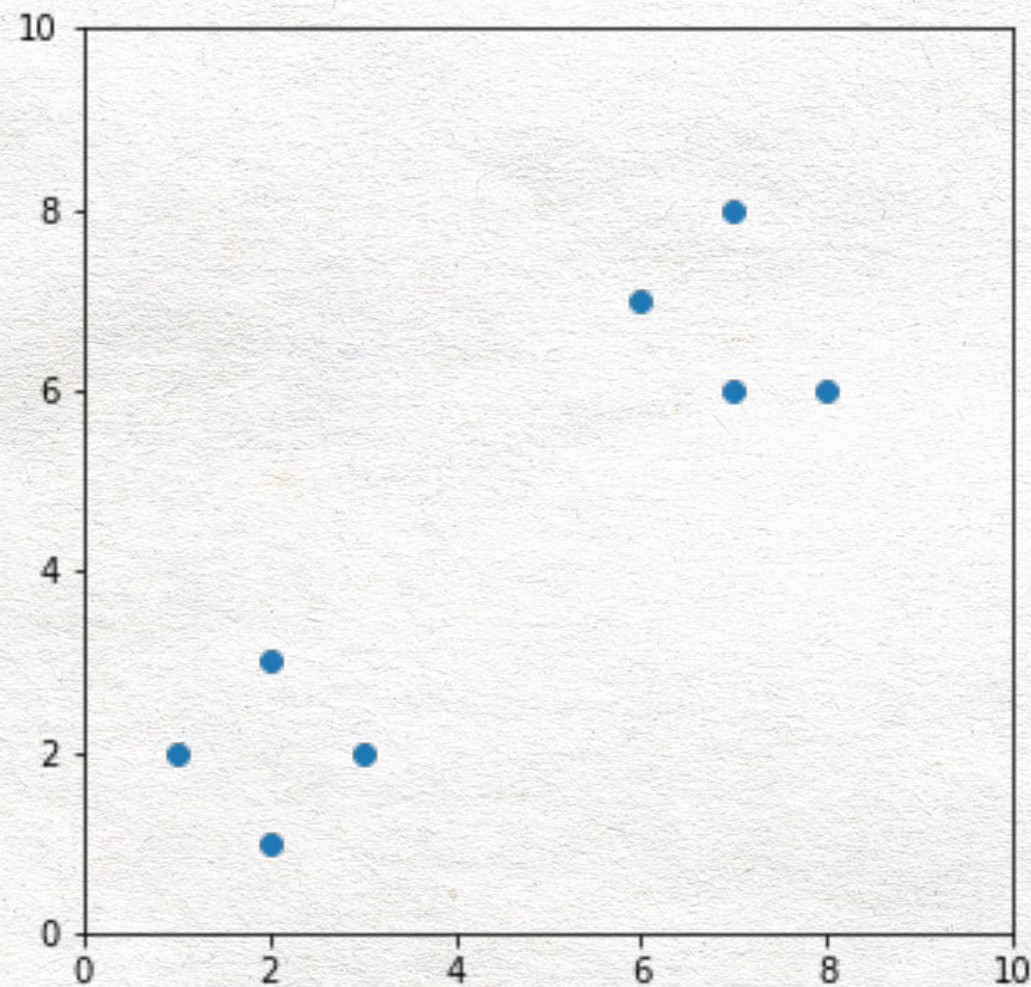
```
kmeans.cluster_centers_  
array([[4.5  , 4.375]])  
  
kmeans.inertia_  
103.875
```

coordenadas do centróide

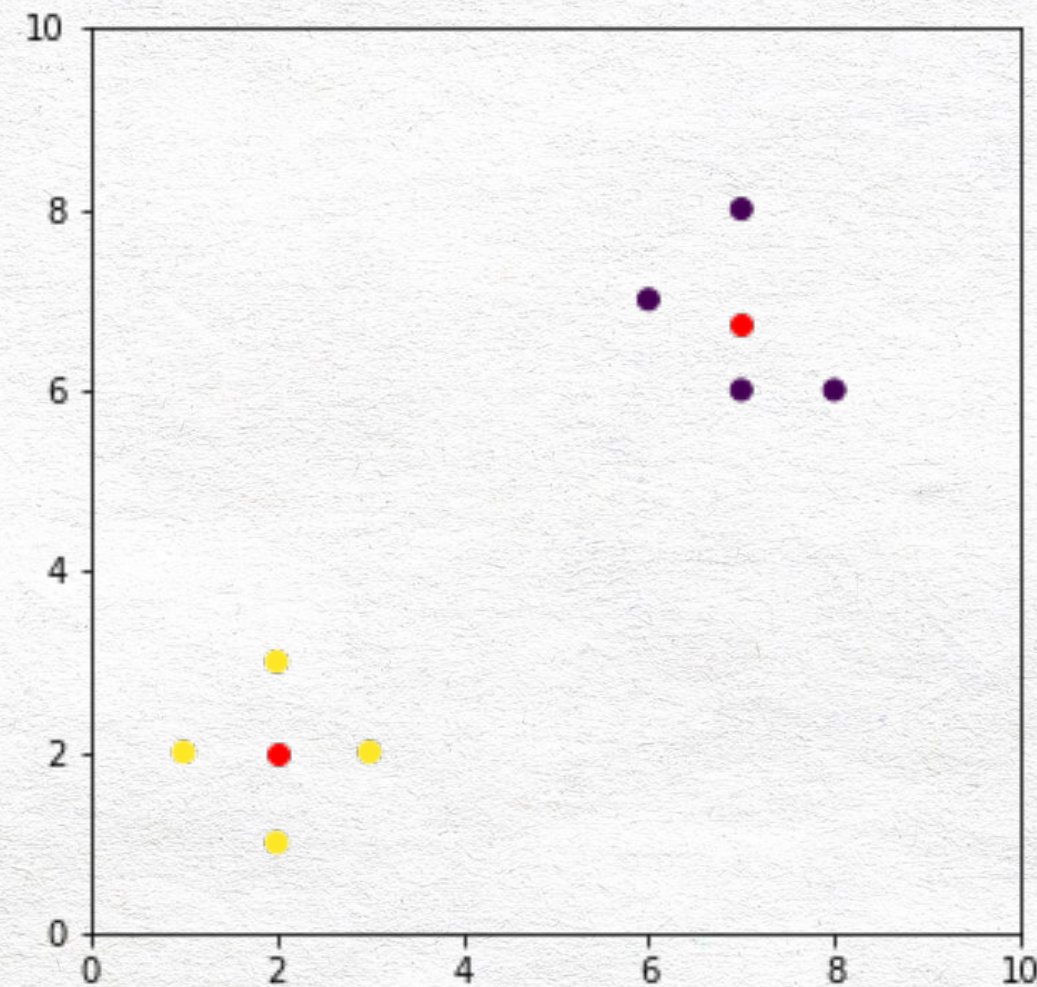
“dispersão”
quadrado da distância dos
pontos aos centróides

O ALGORITMO DO K-MEANS

Utilizando o algoritmo do K-means

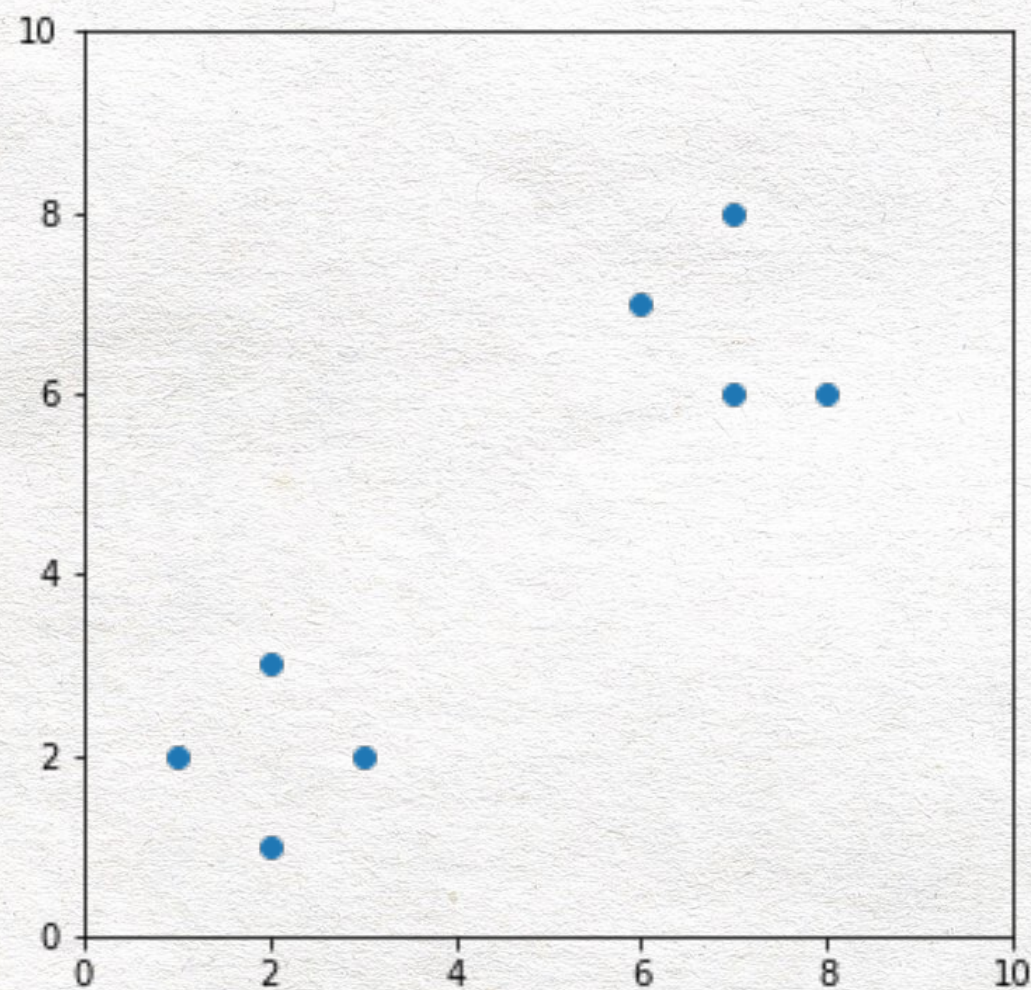


K = 2

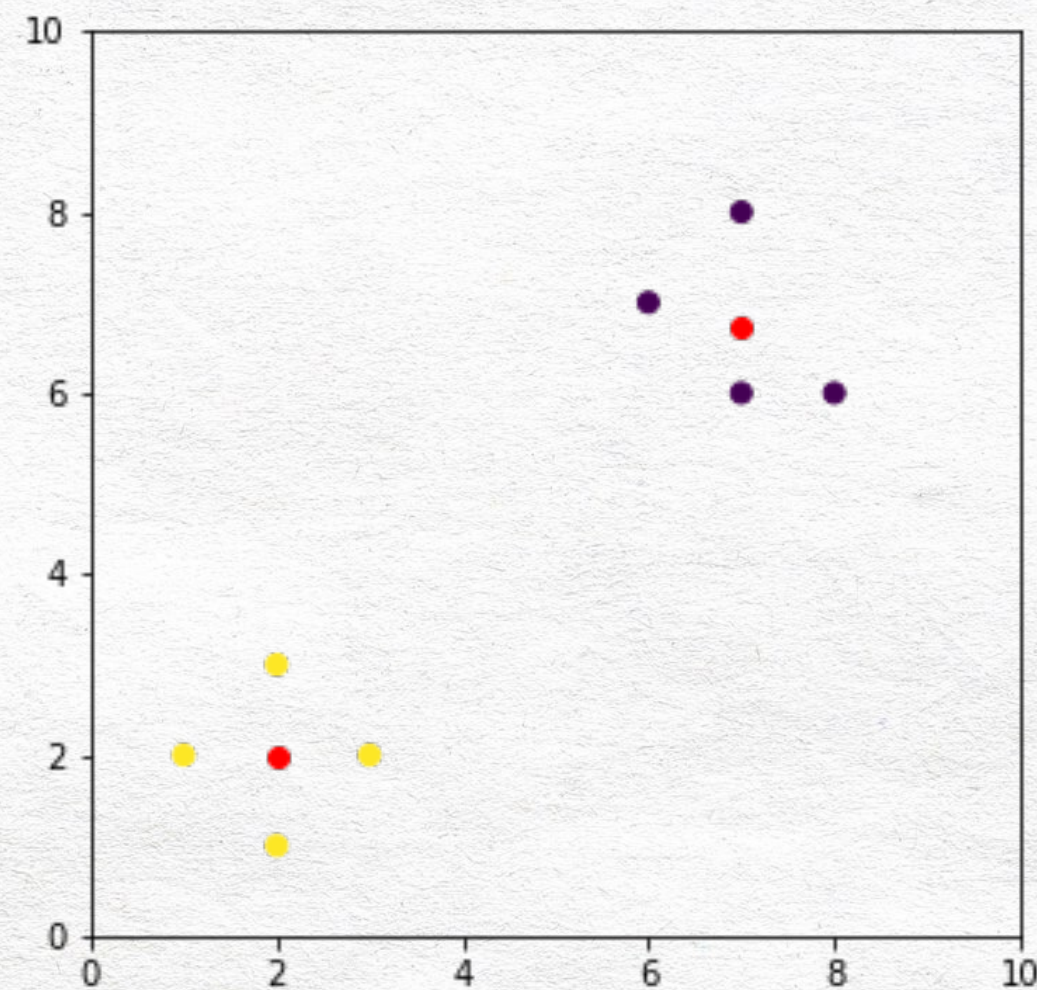


O ALGORITMO DO K-MEANS

Utilizando o algoritmo do K-means



K = 2

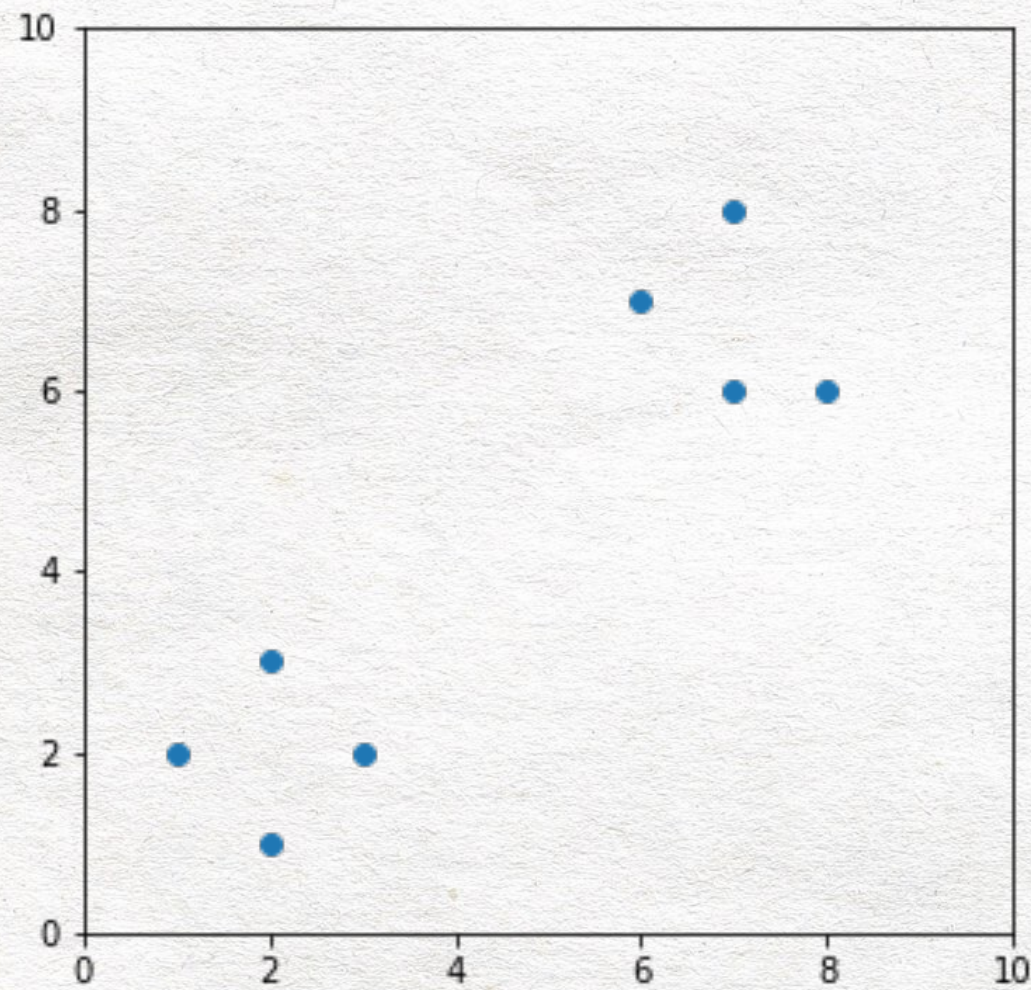


```
kmeans.cluster_centers_  
array([[7.  , 6.75],  
       [2.  , 2.  ]])
```

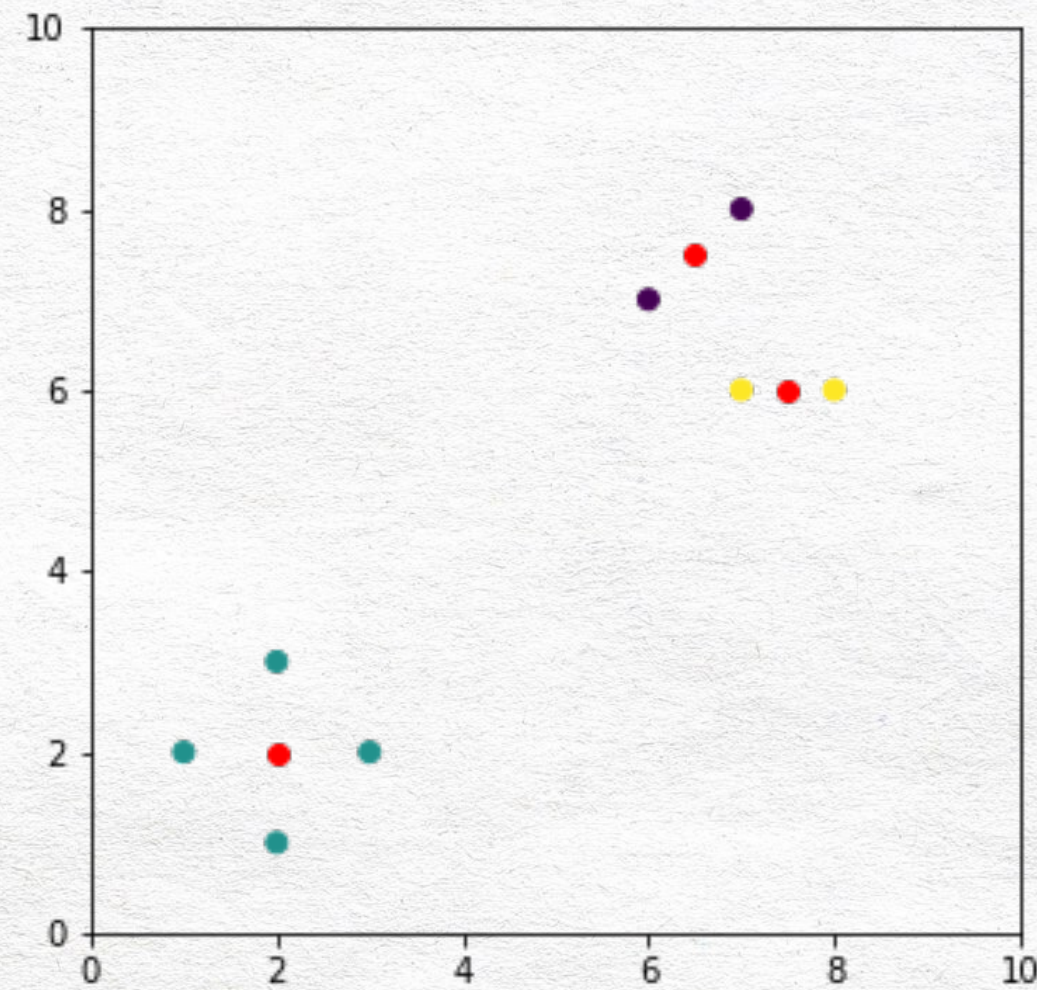
```
kmeans.inertia_  
8.75
```


O ALGORITMO DO K-MEANS

Utilizando o algoritmo do K-means

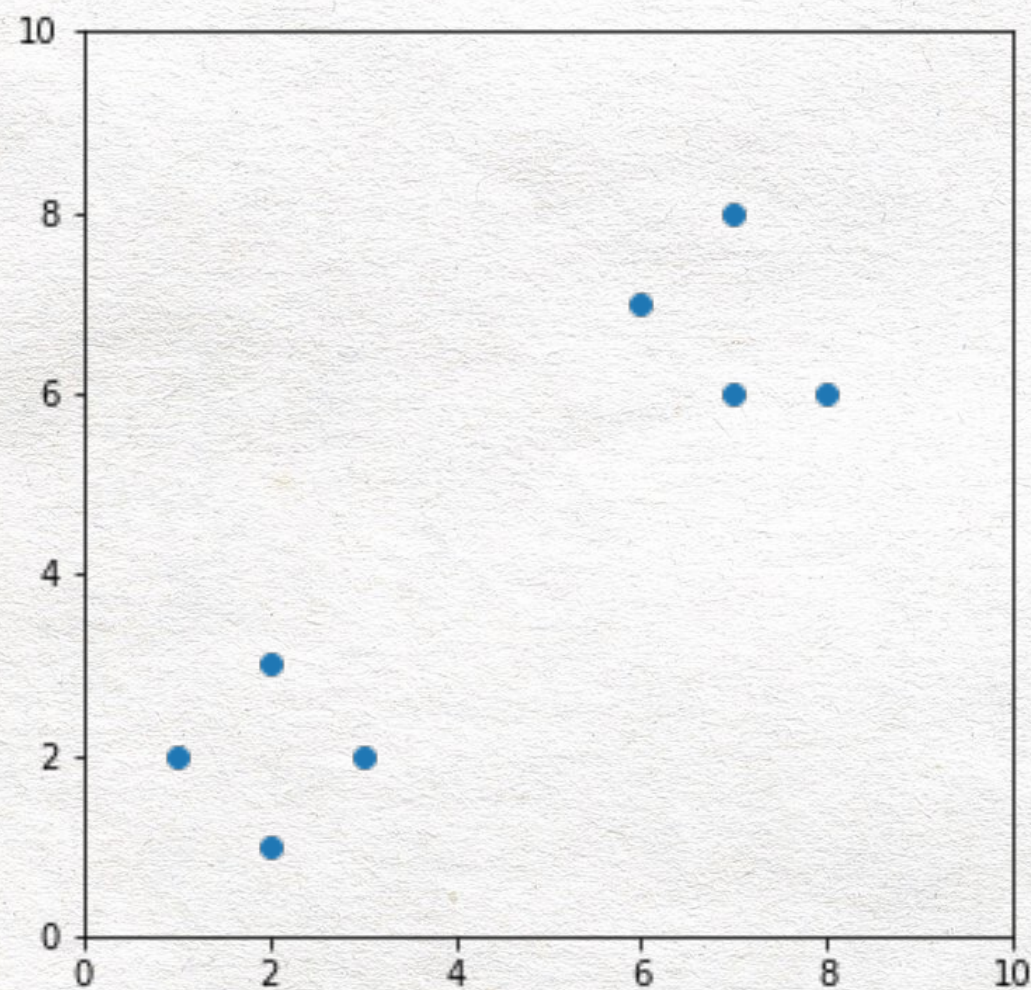


K = 3

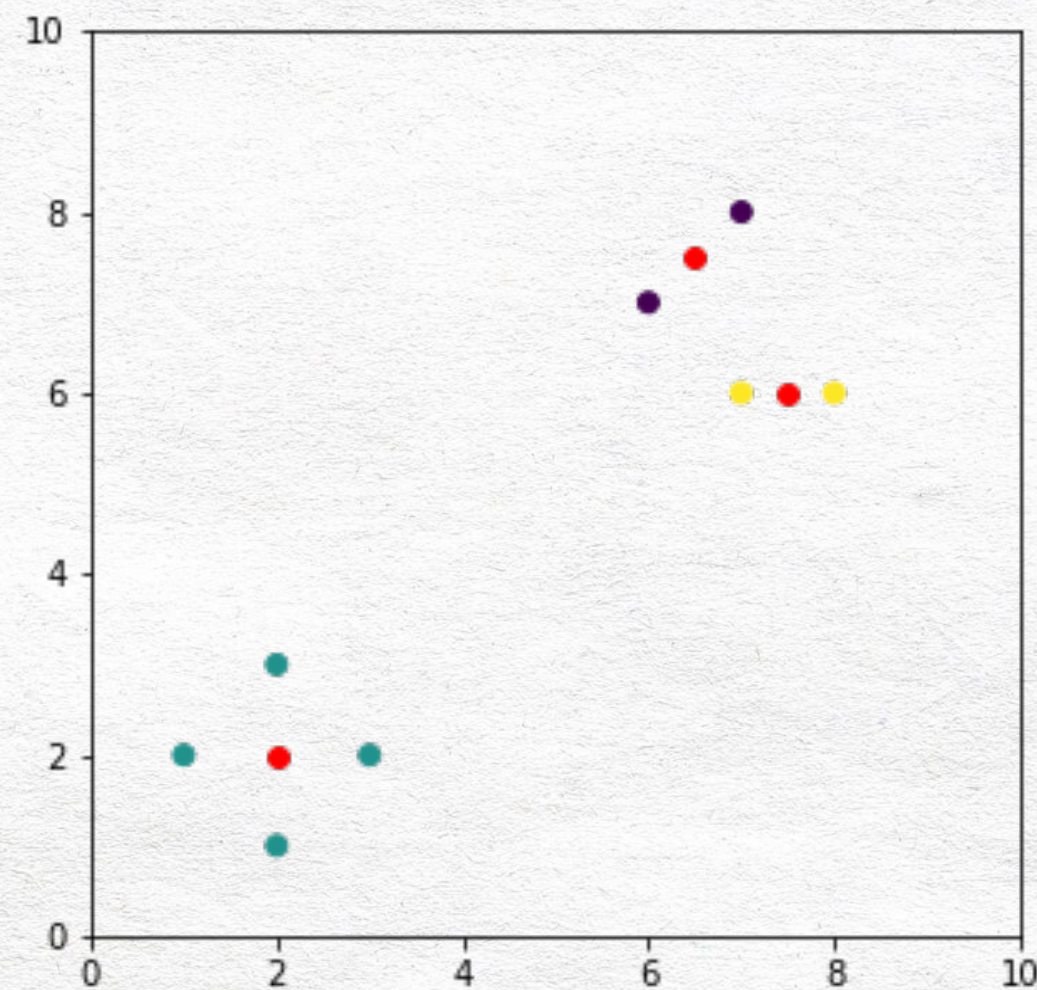


O ALGORITMO DO K-MEANS

Utilizando o algoritmo do K-means



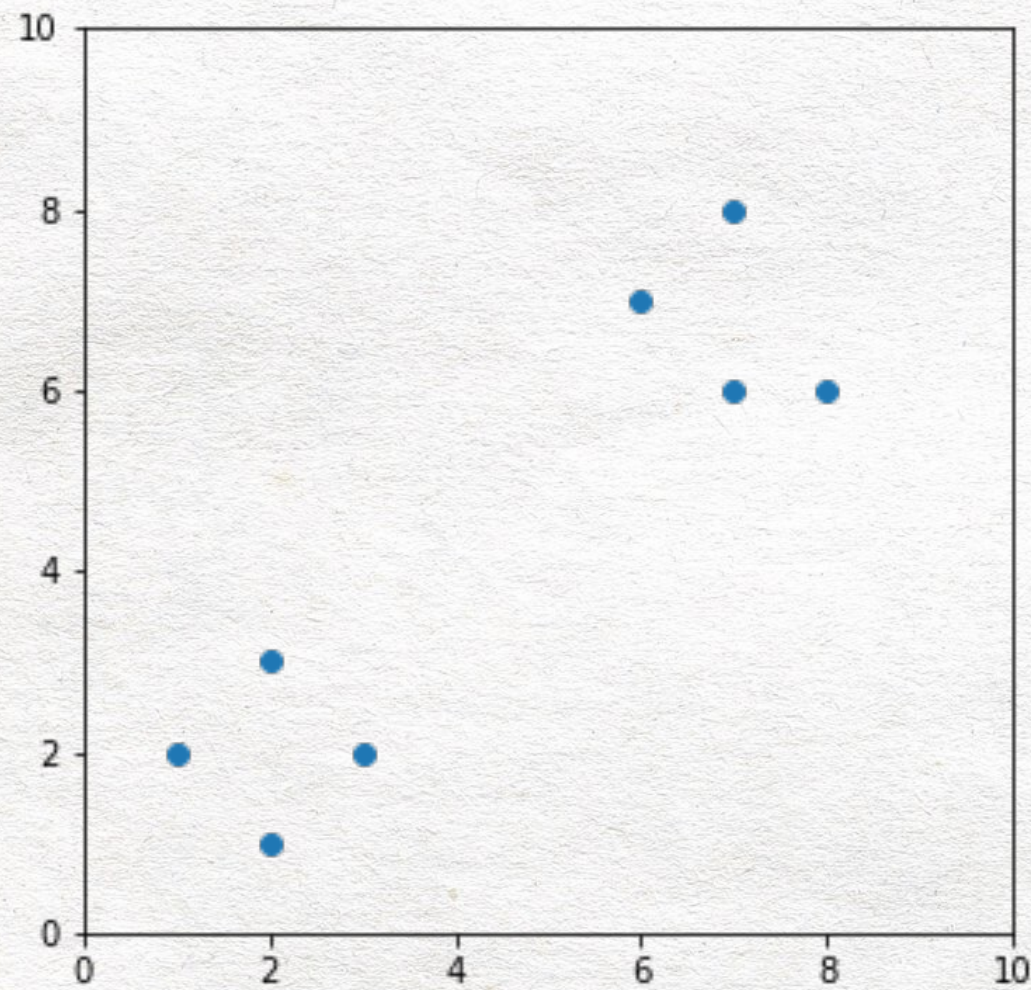
K = 3



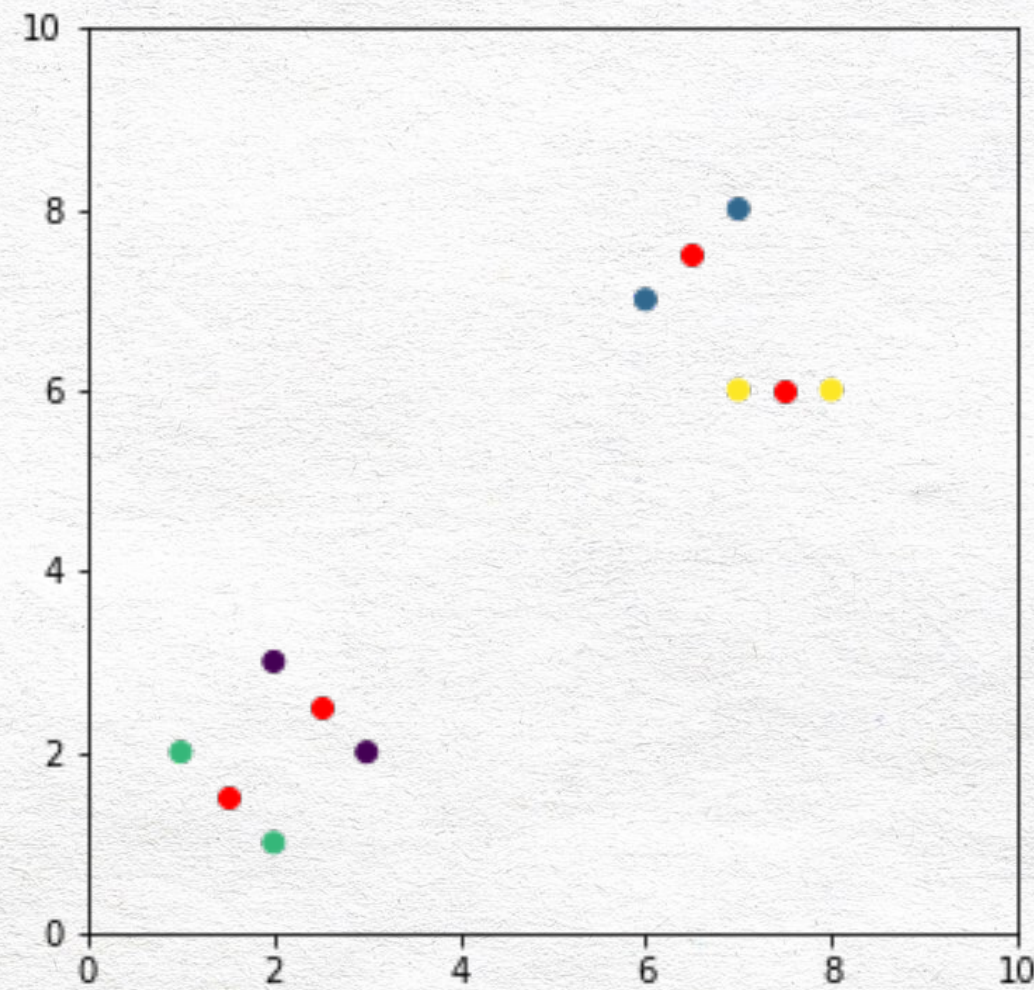
```
kmeans.cluster_centers_  
array([[6.5, 7.5],  
       [2. , 2. ],  
       [7.5, 6. ]])  
  
kmeans.inertia_  
5.5
```


O ALGORITMO DO K-MEANS

Utilizando o algoritmo do K-means

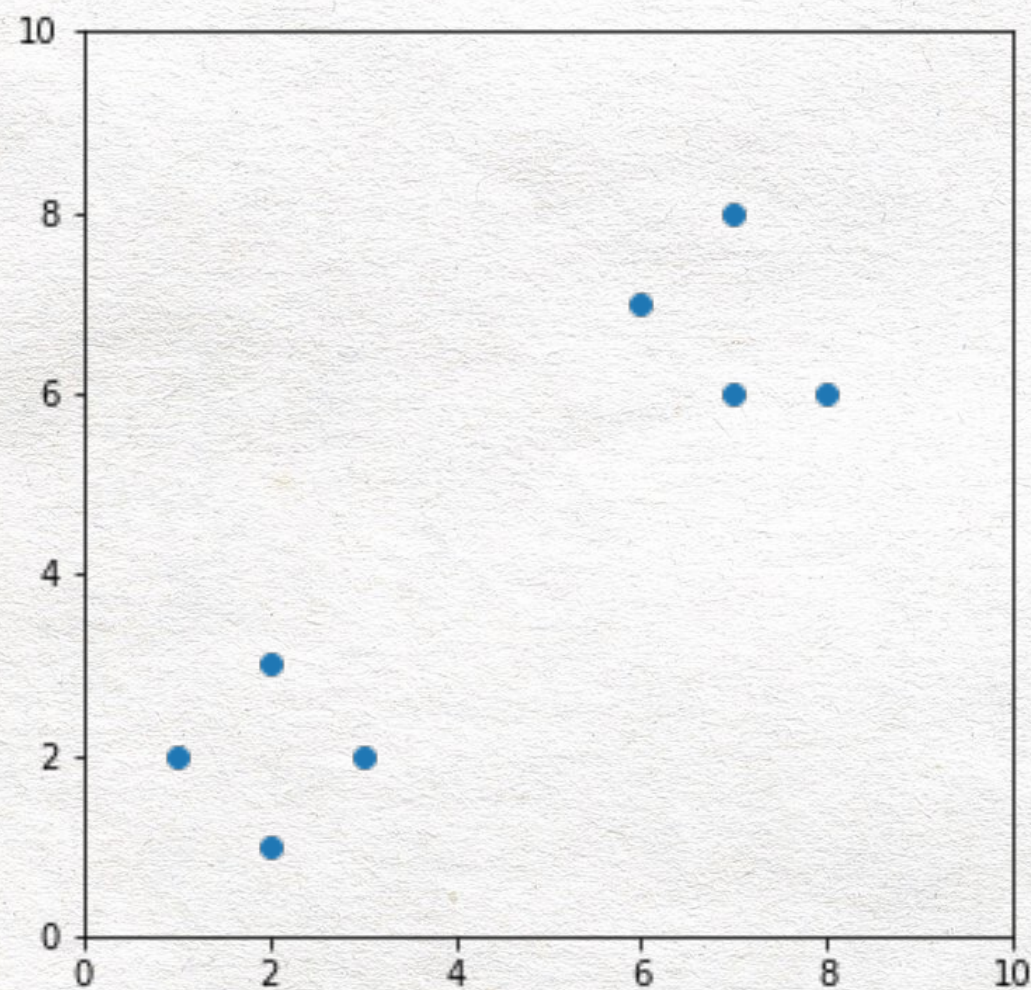


K = 4

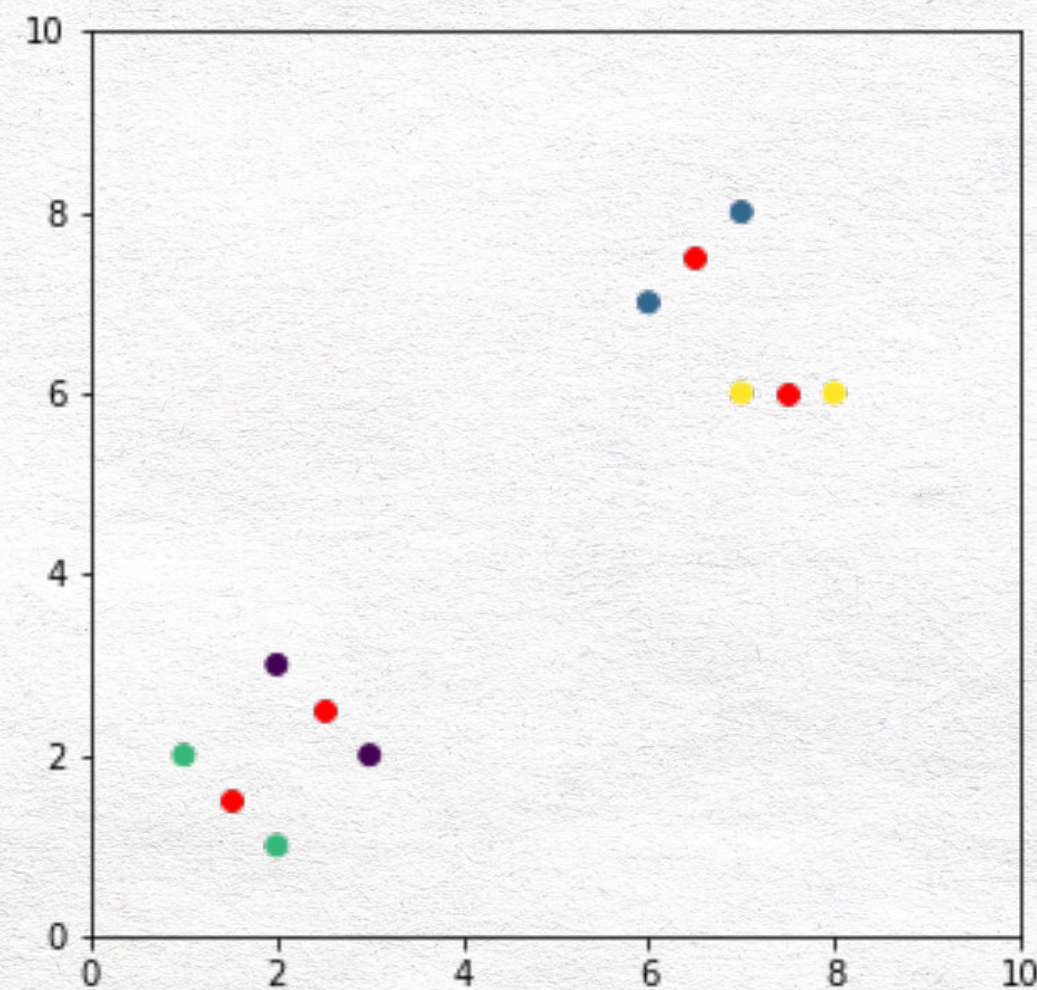


O ALGORITMO DO K-MEANS

Utilizando o algoritmo do K-means



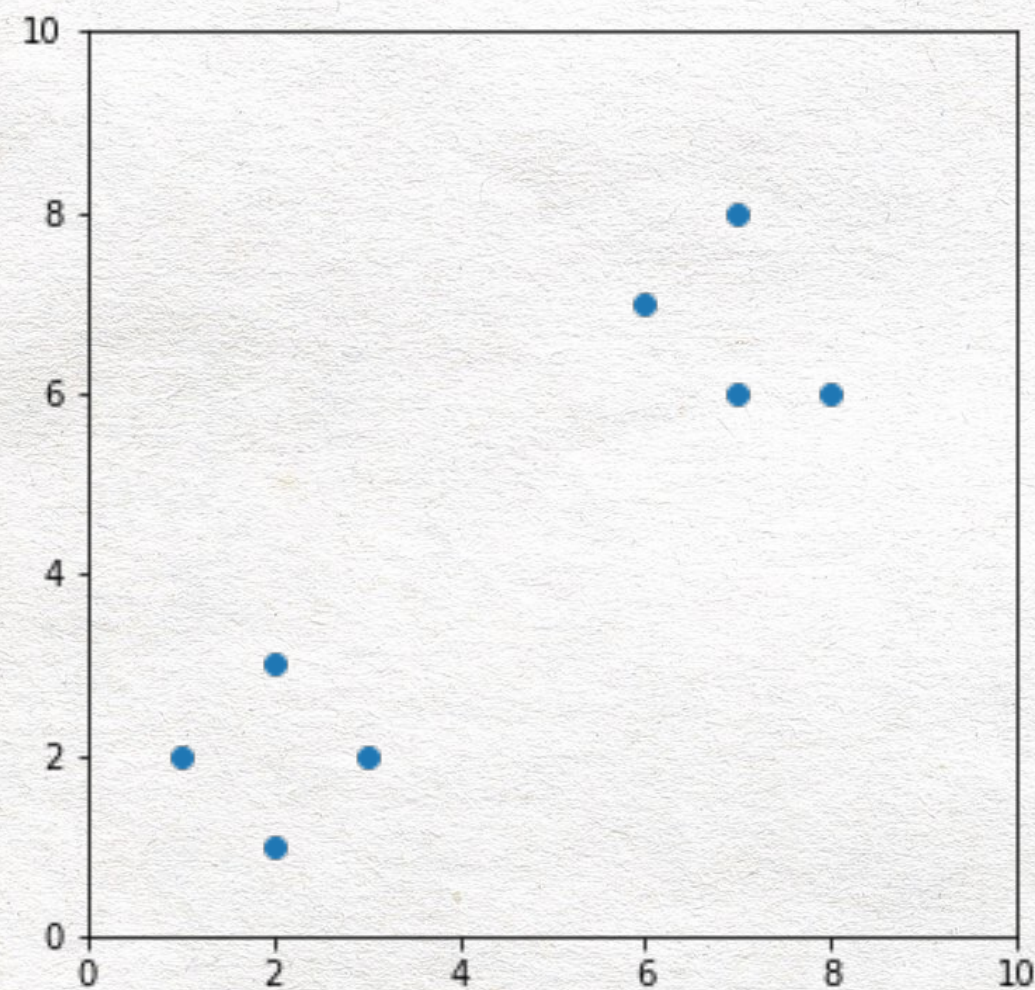
K = 4



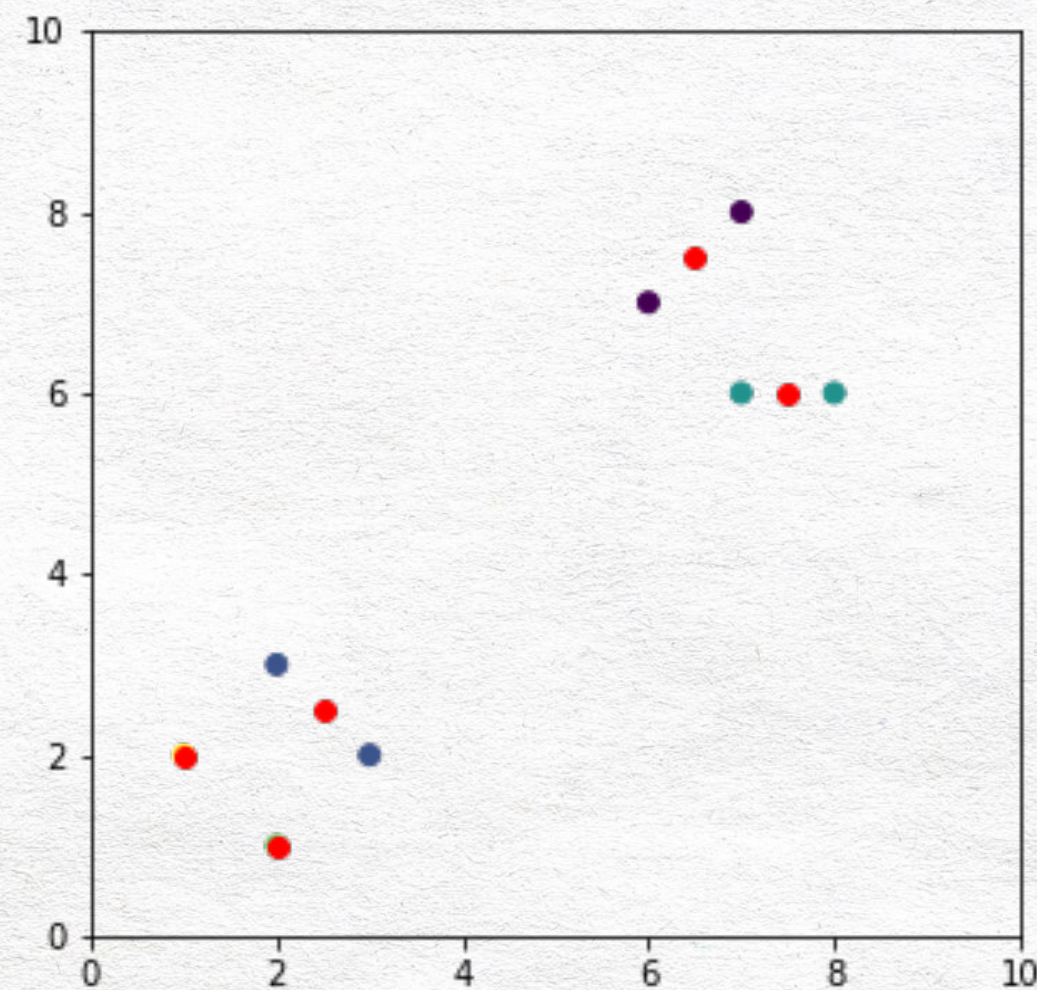
```
kmeans.cluster_centers_  
array([[2.5, 2.5],  
       [6.5, 7.5],  
       [1.5, 1.5],  
       [7.5, 6. ]])  
  
kmeans.inertia_  
3.5
```


O ALGORITMO DO K-MEANS

Utilizando o algoritmo do K-means

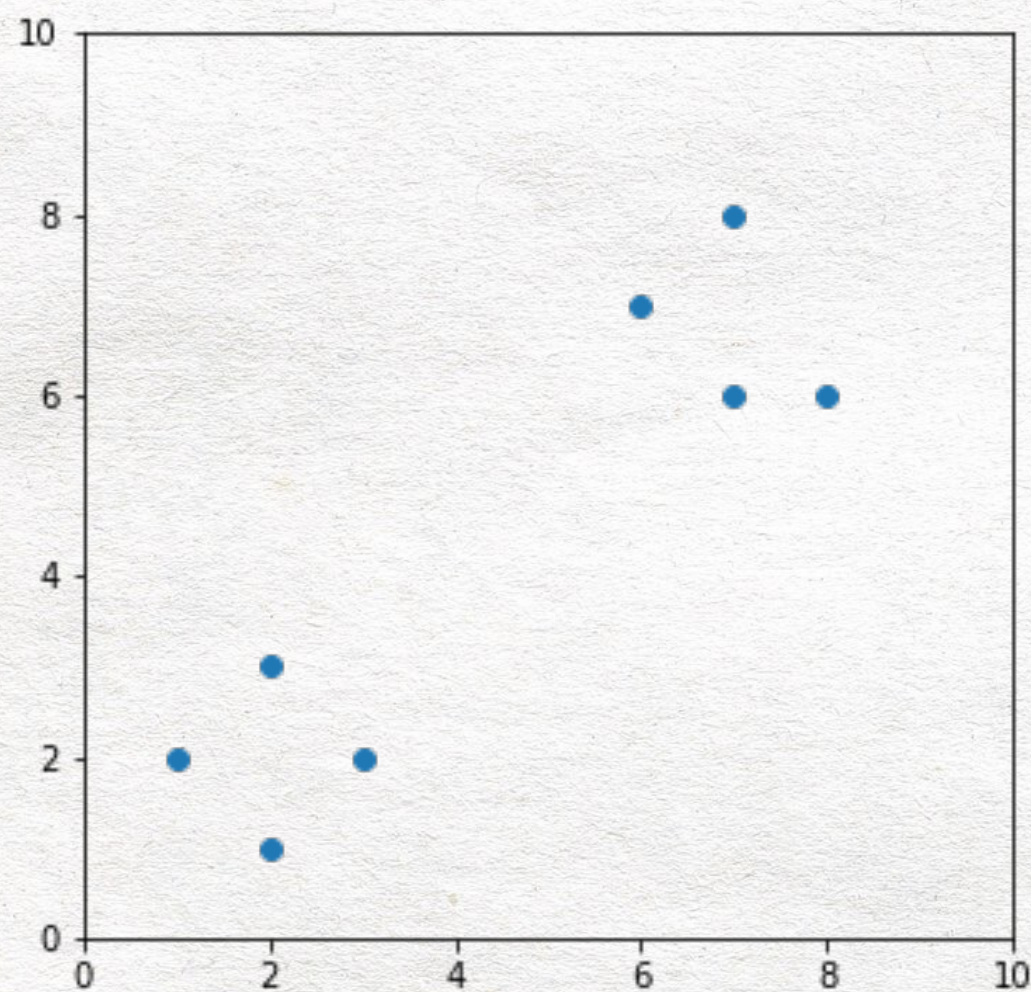


K = 5

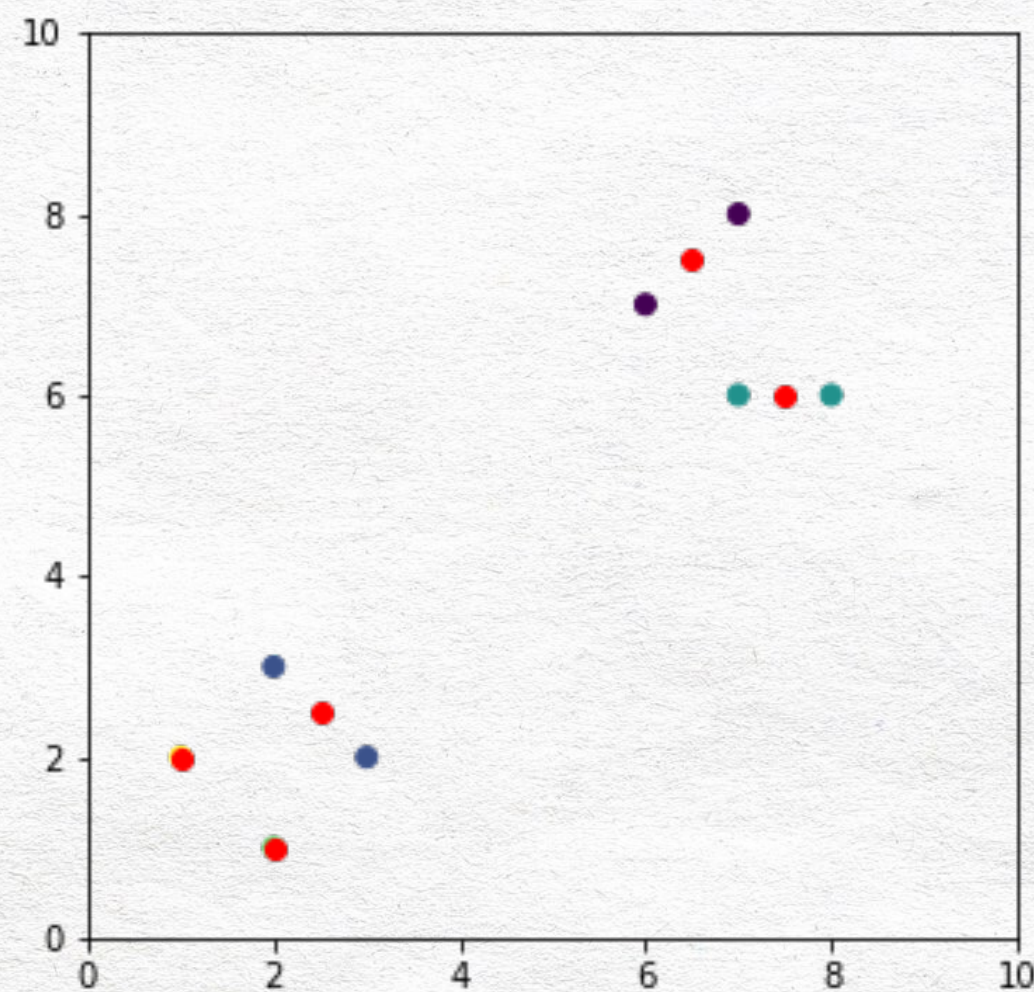


O ALGORITMO DO K-MEANS

Utilizando o algoritmo do K-means



K = 5



kmeans.cluster_centers_

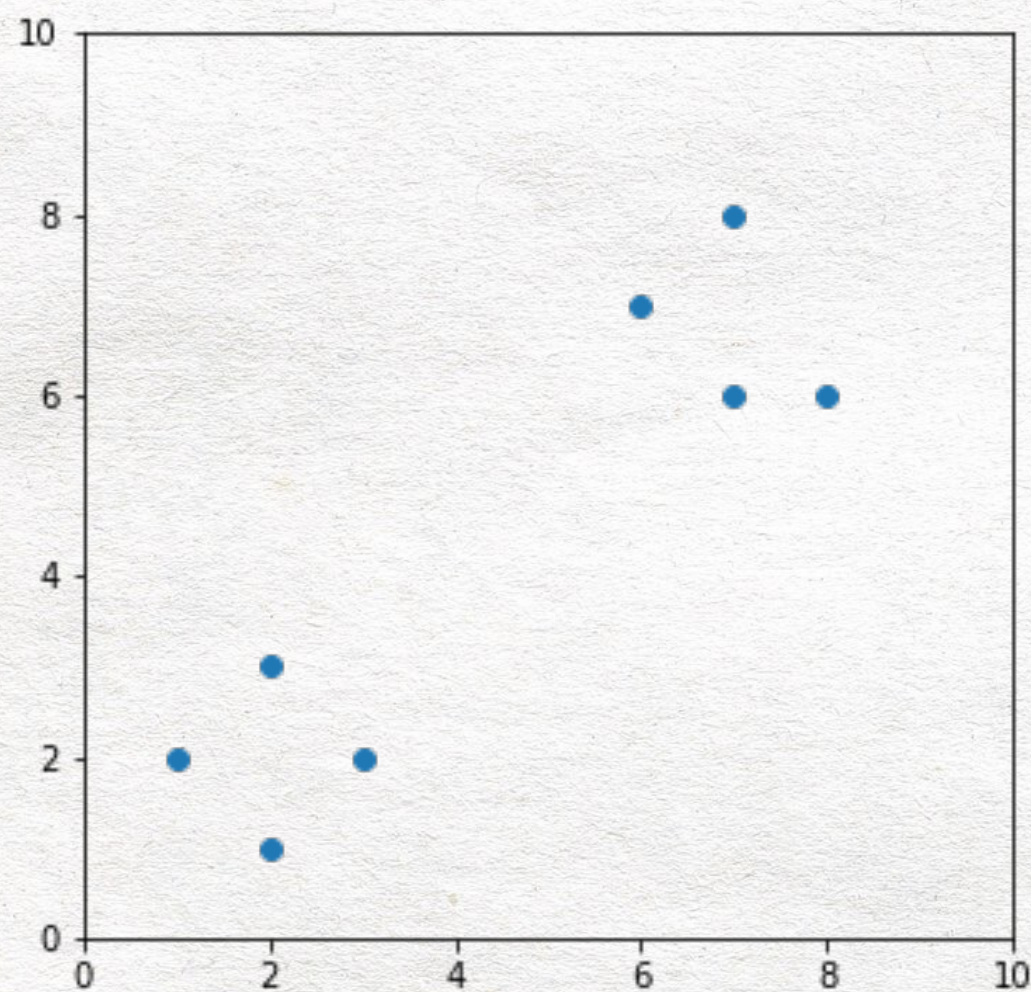
```
array([[6.5, 7.5],  
       [2.5, 2.5],  
       [7.5, 6. ],  
       [2. , 1.  ],  
       [1. , 2.  ]])
```

kmeans.inertia_

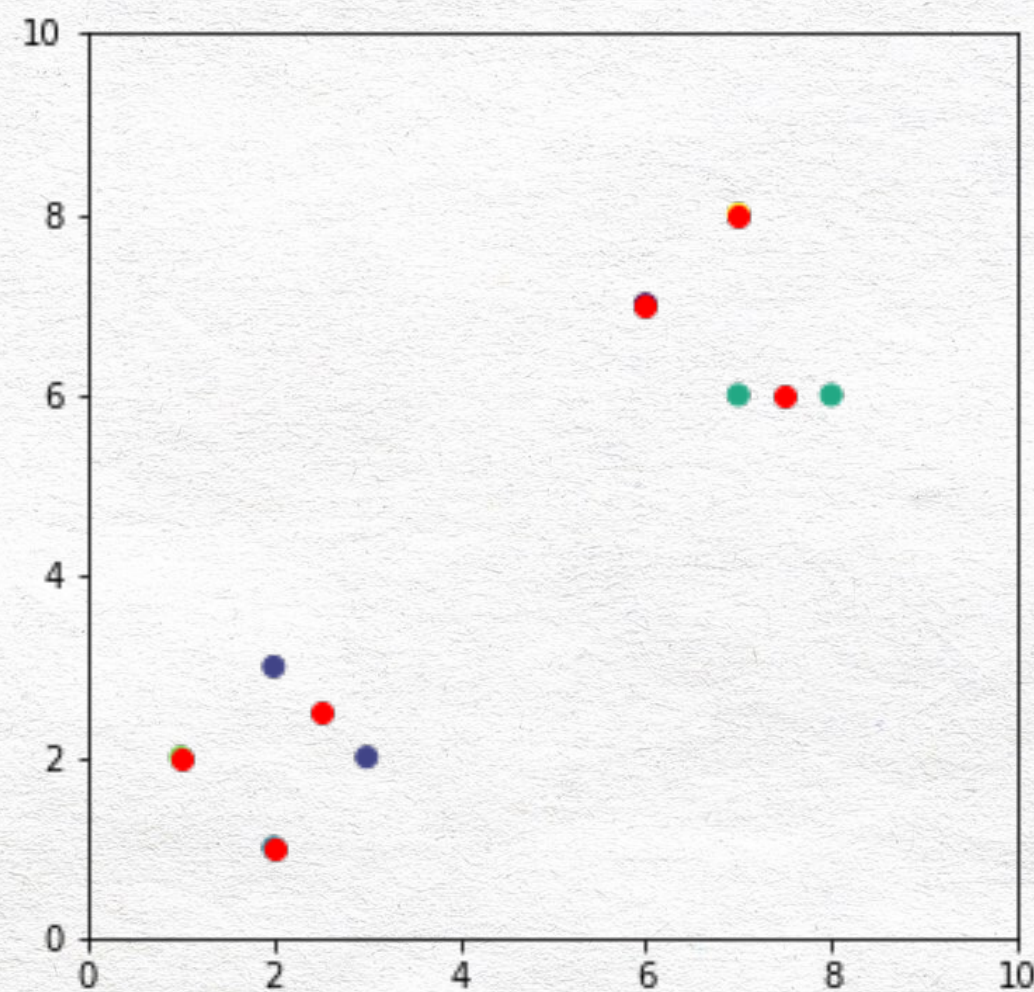
2.5

O ALGORITMO DO K-MEANS

Utilizando o algoritmo do K-means



K = 6



```
kmeans.cluster_centers_
```

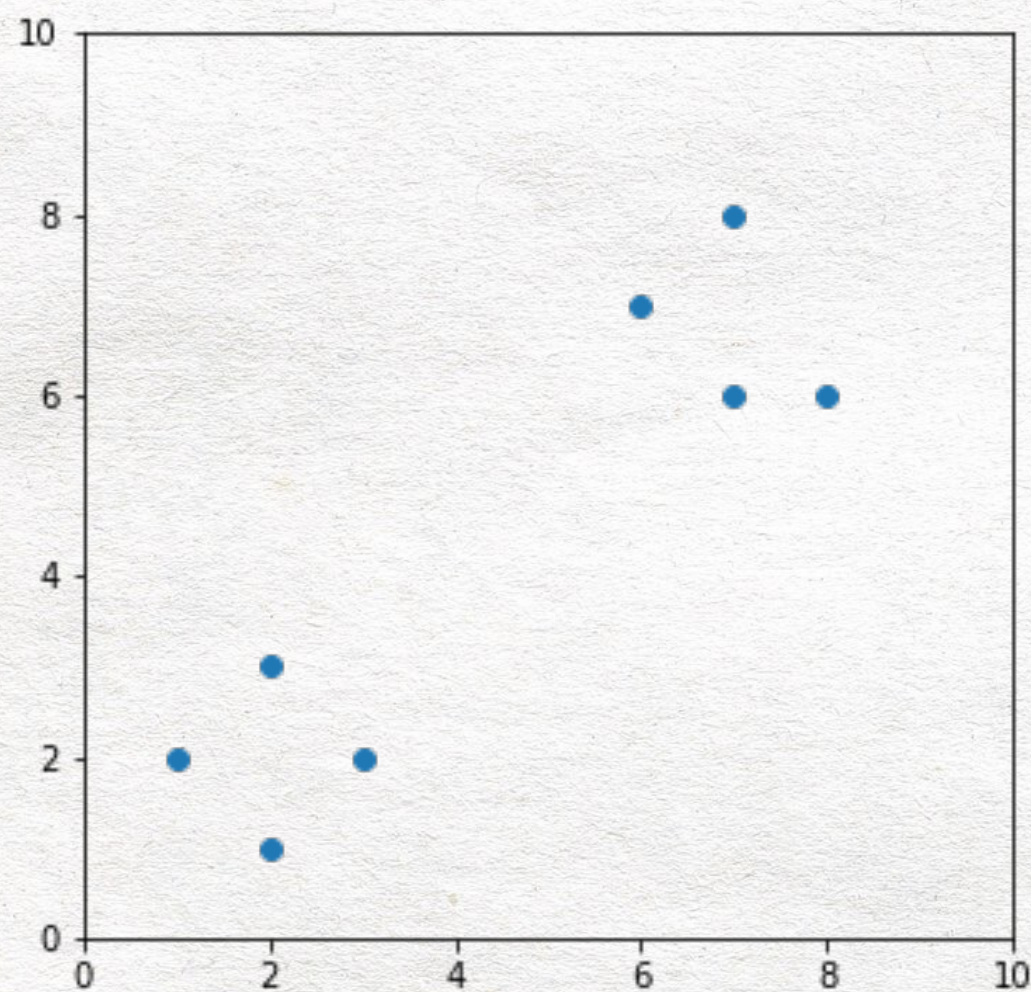
```
array([[6. , 7. ],  
       [2.5, 2.5],  
       [7.5, 6. ],  
       [2. , 1. ],  
       [1. , 2. ],  
       [7. , 8. ]])
```

```
kmeans.inertia_
```

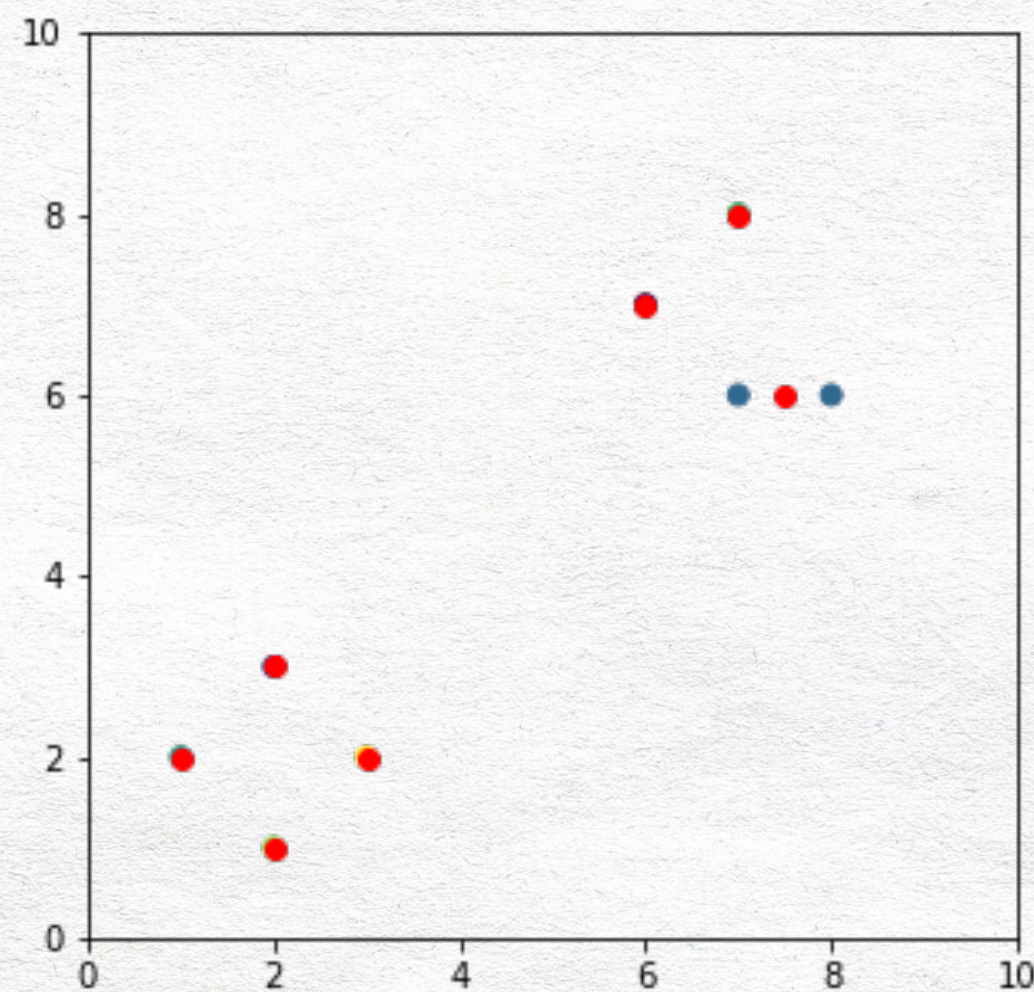
```
1.5
```


O ALGORITMO DO K-MEANS

Utilizando o algoritmo do K-means



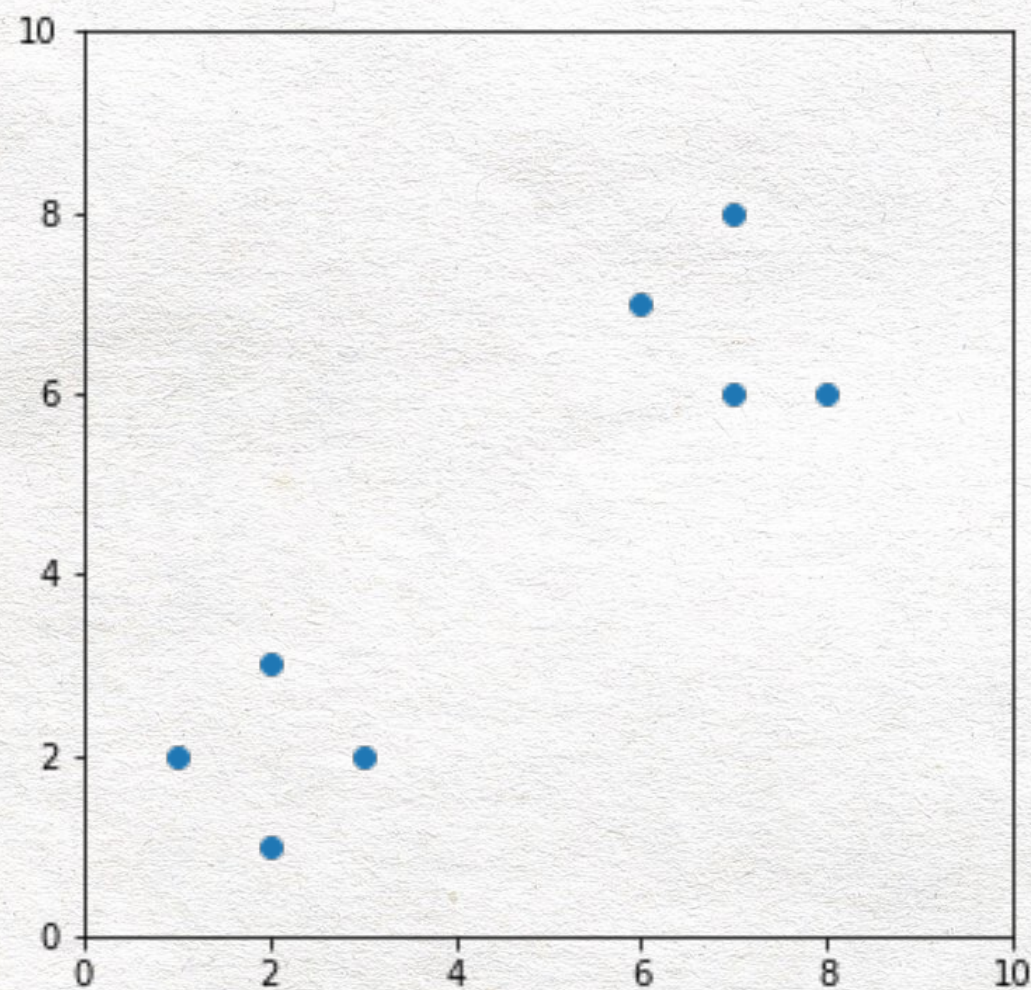
K = 7



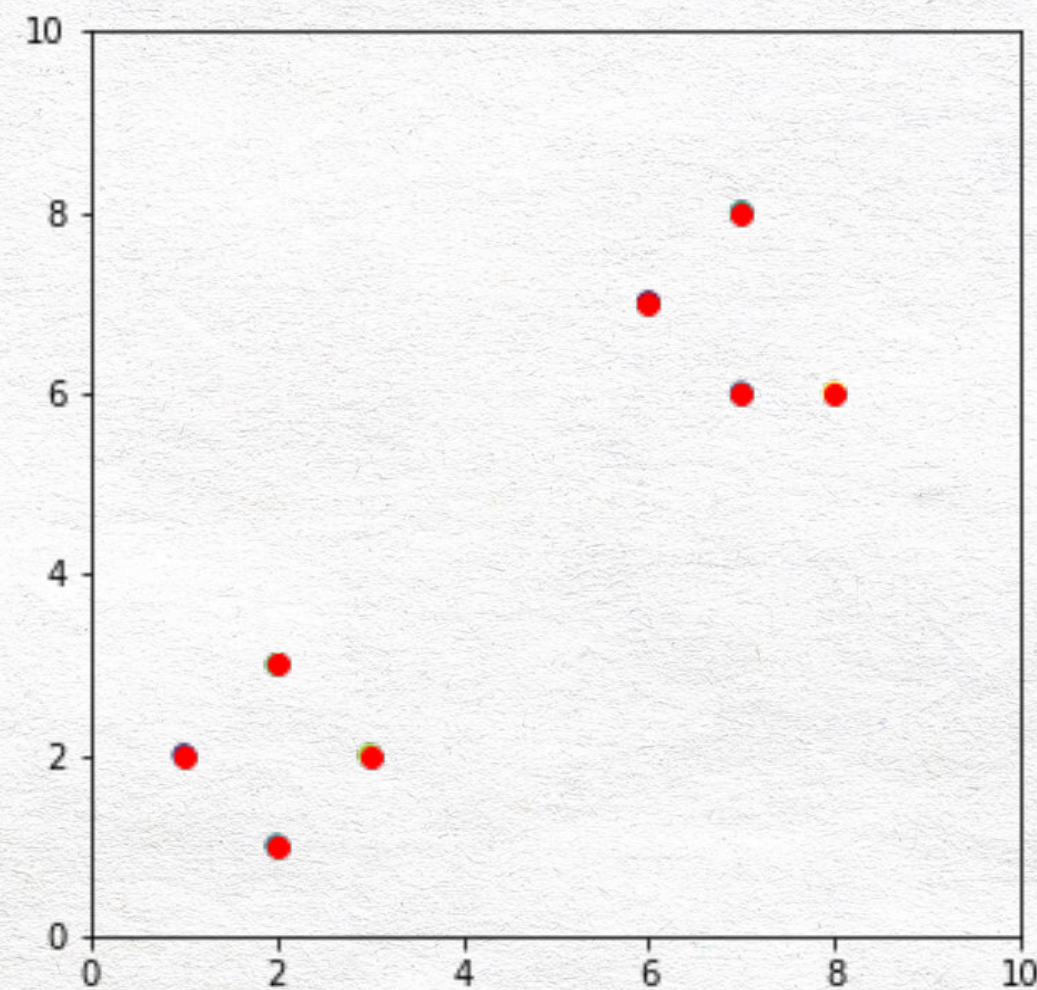
```
kmeans.cluster_centers_  
array([[6. , 7. ],  
       [2. , 3. ],  
       [7.5, 6. ],  
       [2. , 1. ],  
       [1. , 2. ],  
       [7. , 8. ],  
       [3. , 2. ]])  
  
kmeans.inertia_  
0.5
```


O ALGORITMO DO K-MEANS

Utilizando o algoritmo do K-means



K = 8



kmeans.cluster_centers_

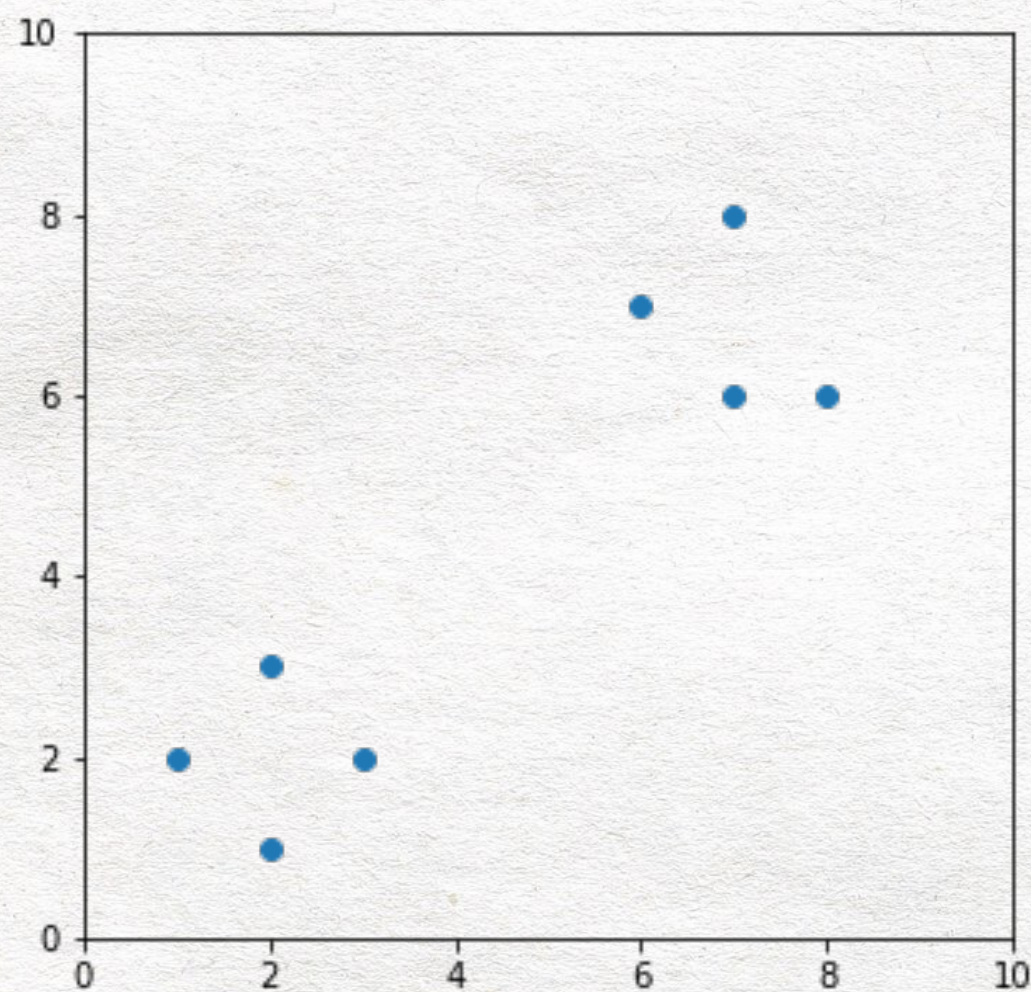
```
array([[6., 7.],  
       [2., 3.],  
       [3., 2.],  
       [8., 6.],  
       [7., 8.],  
       [2., 1.],  
       [1., 2.],  
       [7., 6.]])
```

kmeans.inertia_

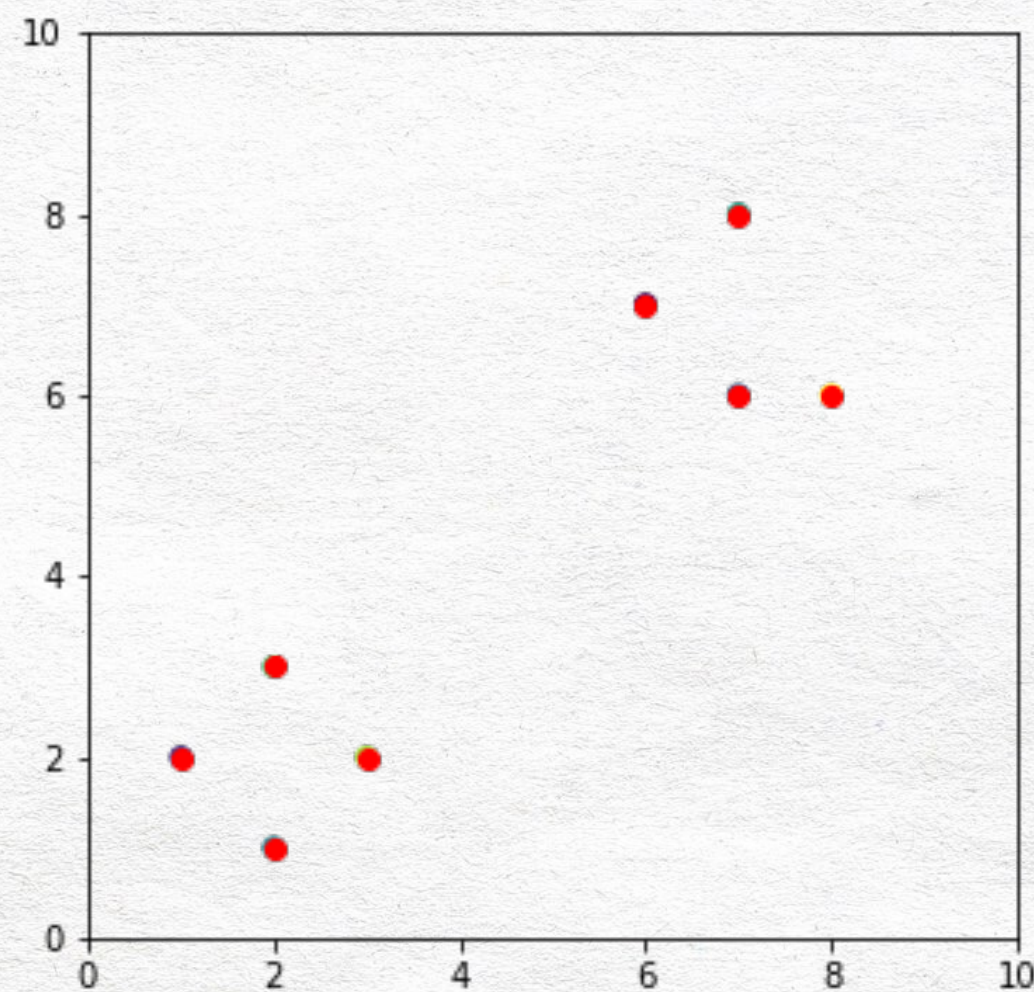
0.0

O ALGORITMO DO K-MEANS

Utilizando o algoritmo do K-means



K = 8



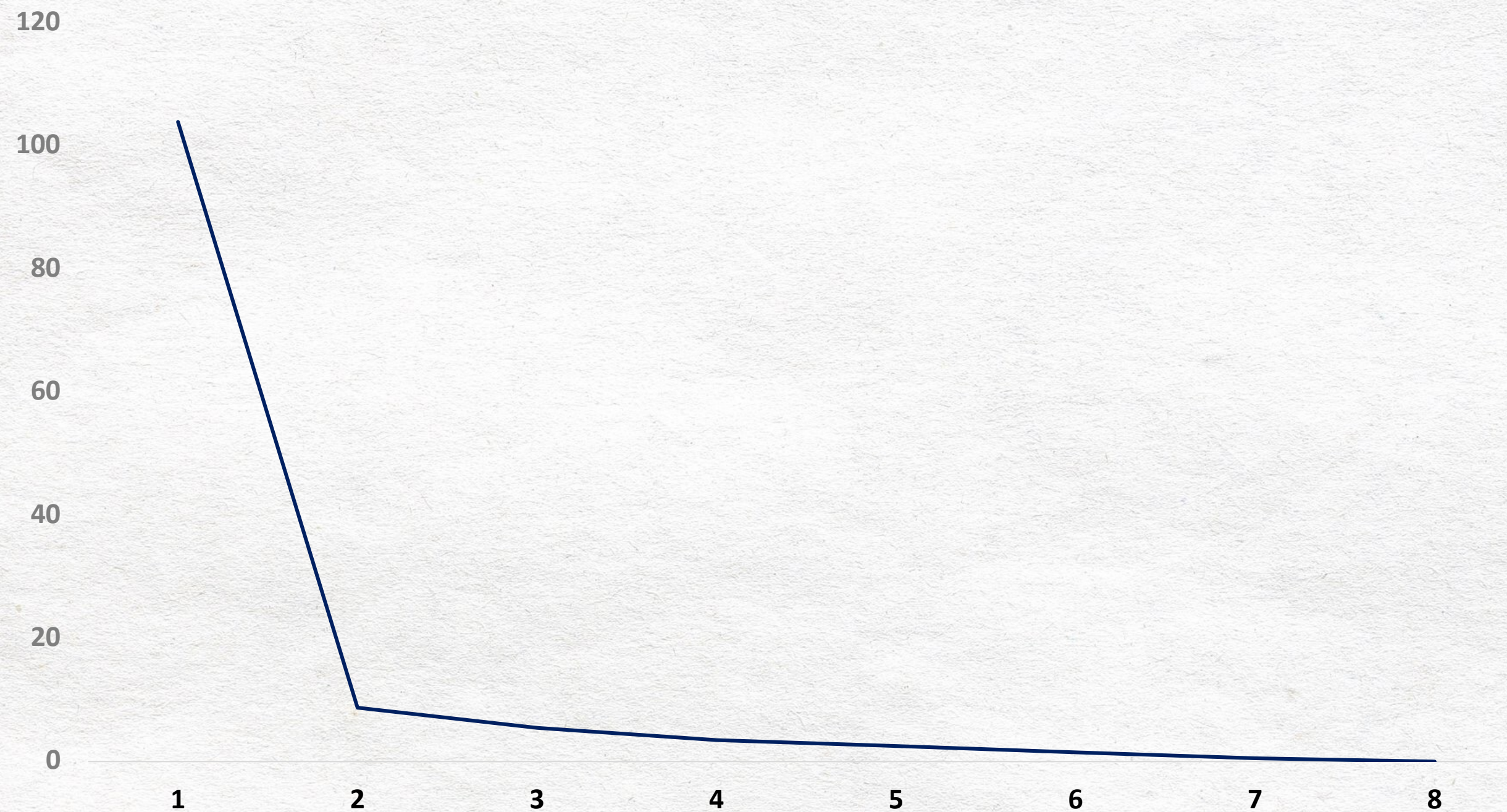
```
kmeans.cluster_centers_  
array([[6., 7.],  
       [2., 3.],  
       [3., 2.],  
       [8., 6.],  
       [7., 8.],  
       [2., 1.],  
       [1., 2.],  
       [7., 6.]])  
  
kmeans.inertia_  
0.0
```

dados

	x	y
0	1	2
1	2	1
2	3	2
3	2	3
4	7	6
5	8	6
6	6	7
7	7	8

O ALGORITMO DO K-MEANS

Traçando o gráfico de dispersão x K



O ALGORITMO DO K-MEANS

Traçando o gráfico de dispersão x K

