

Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Hélio Pio

Programação das Aulas

Tópico 1: Introdução a Inteligência Artificial

Tópico 2: Agentes Inteligentes

Tópico 3: Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Tópico 4: Redes Neurais Artificiais

Tópico 5: Atividade em Aula – Primeira Avaliação

Tópico 6: Representação da Incerteza e Lógica Fuzzy

Tópico 7: Redes Bayesianas

Tópico 8: Support Vector Machines

Tópico 9: Atividade em Aula – Segunda Avaliação

Tópico 10: Resolução de Problemas por Meio de Busca e Otimização

Tópico 11: Técnicas de Ensemble

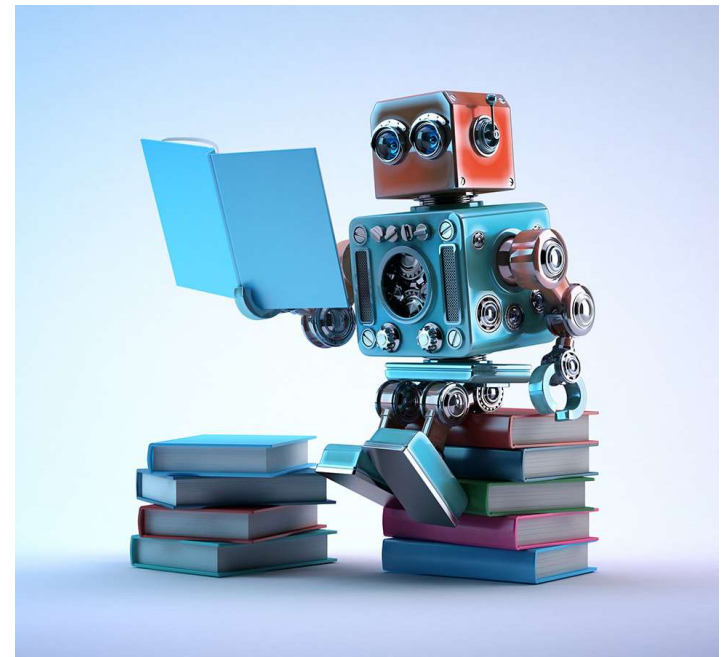
Tópico 12: Atividade em Aula – Terceira Avaliação

O que é
aprendizagem de
máquina?

Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

O que é aprendizagem de máquina?

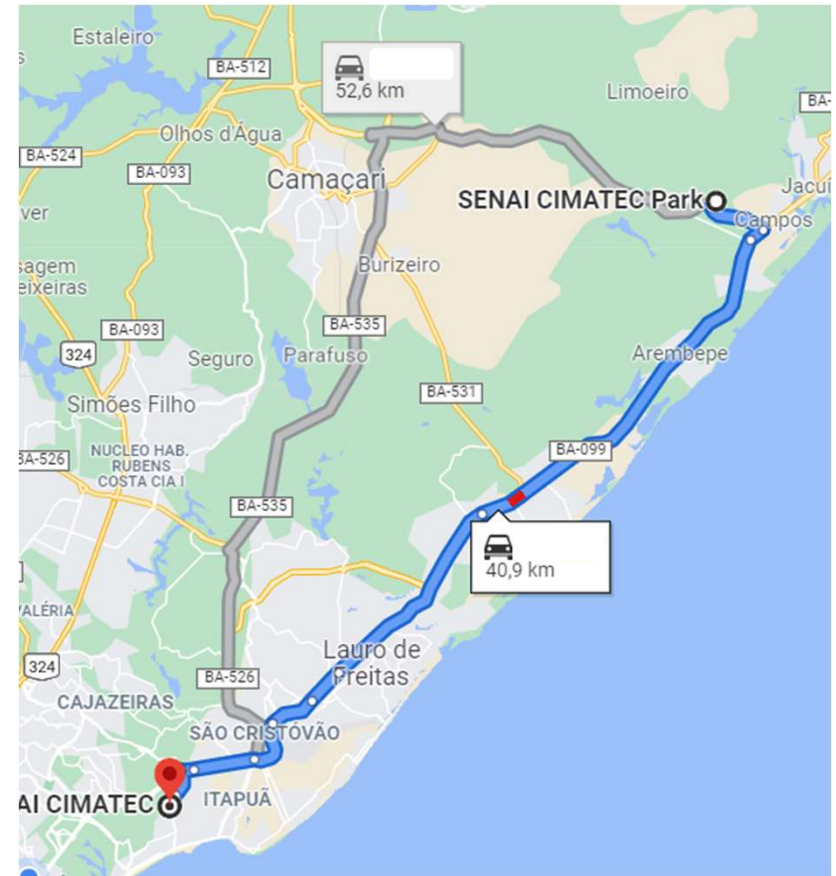
- Envolve técnicas computacionais que visam ampliar a automatização e eficiência de processos de aquisição de conhecimento por um computador.
- Se baseia na exposição a eventos e da manipulação de bases de dados.



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

O que é aprendizagem de máquina?

- Considere a rota Senai Cimatec ao Cimatec Park destacada em azul na figura ao lado.
- A meta é chegar ao destino às 14h00, com tolerância de 1 min.
- O tempo percorrido na rota é desconhecido.
- O tempo percorrido na rota é constante.
- Pode-se controlar apenas o horário de saída.

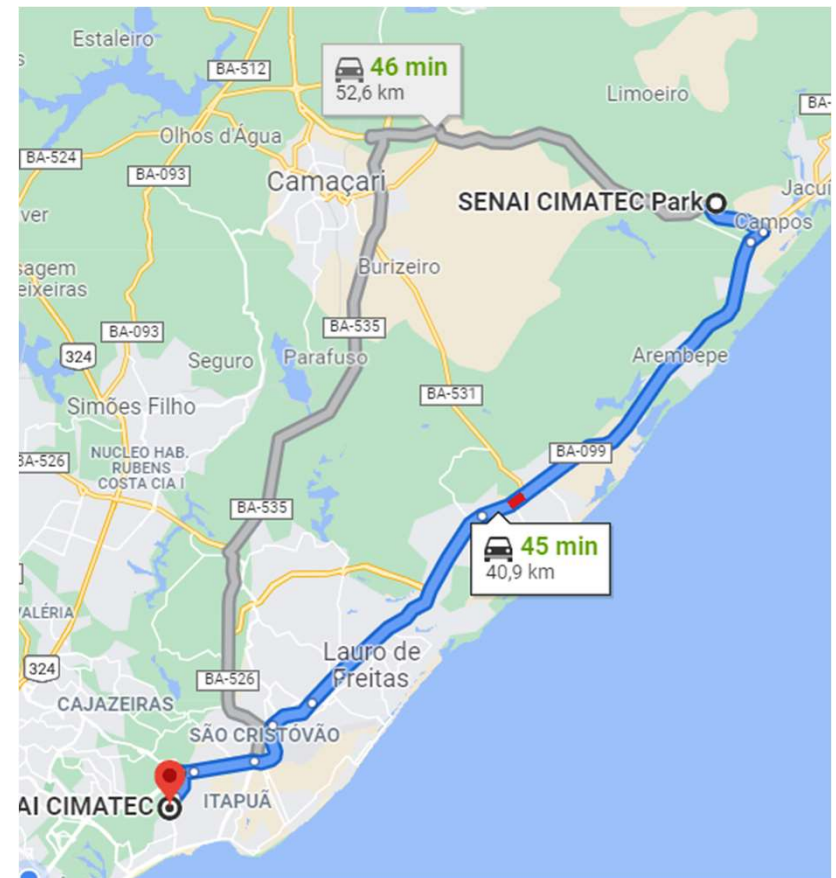


Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

O que é aprendizagem de máquina?

Taxa de ajuste de 1min

	Saída	Chegada	Erro
Época 1	13:00	13:45	00:15

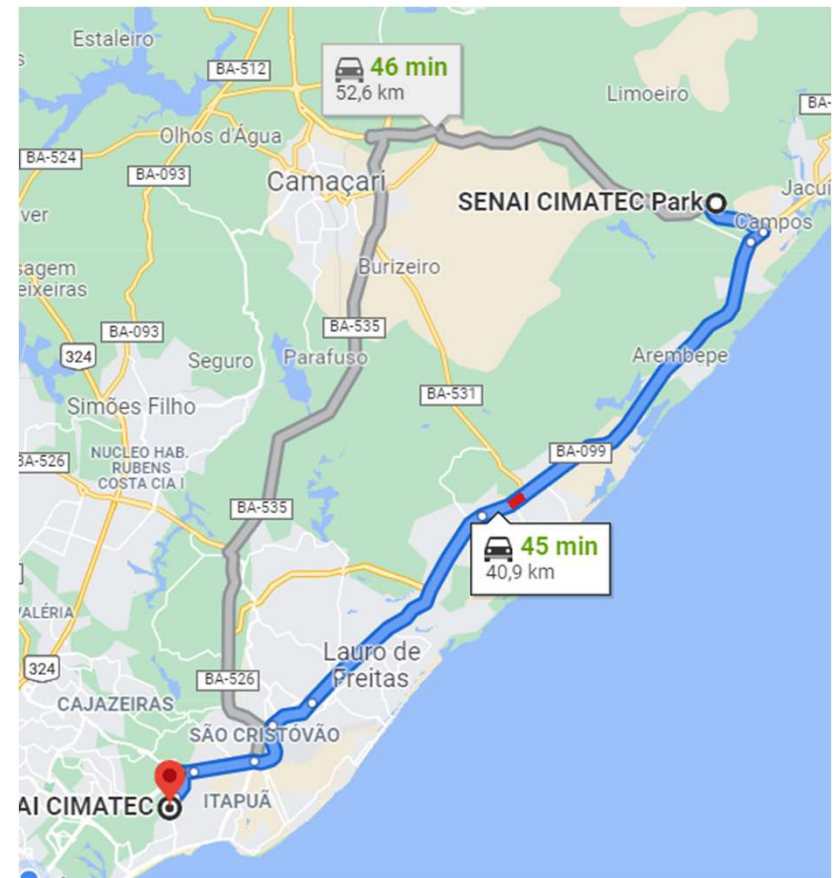


Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

O que é aprendizagem de máquina?

Taxa de ajuste: metade do erro.

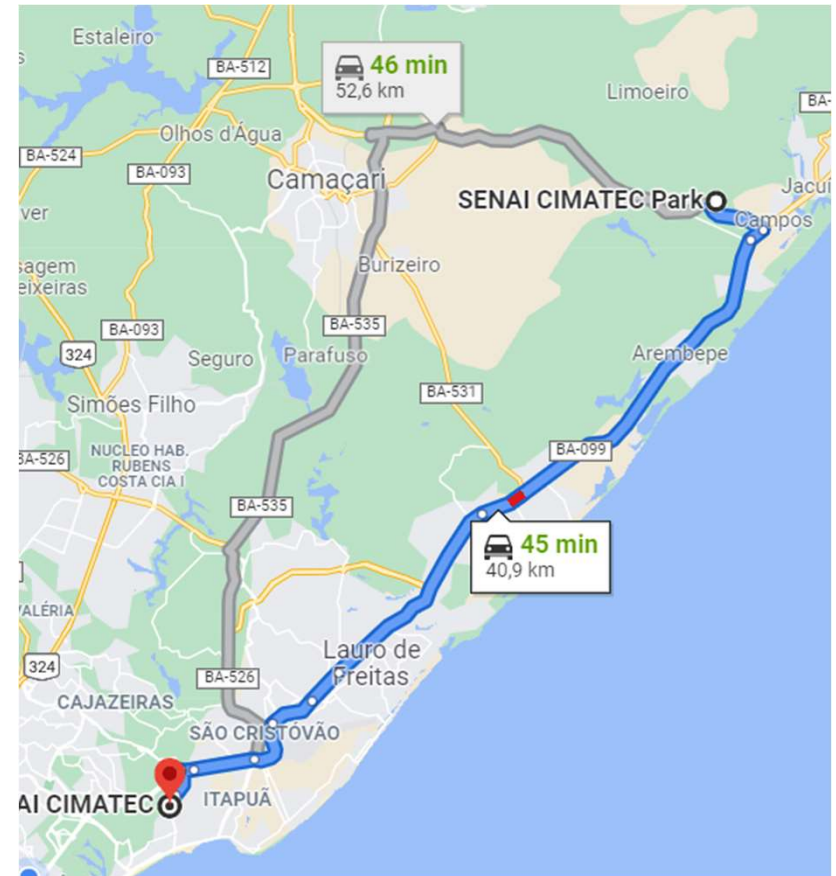
	Saída	Chegada	Erro	Ajuste
Época 1	13:00	13:45	00:15	
Época 2	13:07	13:52	00:07	00:07
Época 3	13:11	13:56	00:03	00:03
Época 4	13:13	13:58	00:01	00:01
Época 5	13:14	13:59	00:00	00:00



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

O que é aprendizagem de máquina?

- E se os seguintes parâmetros alterassem o horário de chegada?
 - Horário da saída
 - Motorista
 - Rota
 - Veículo
 - Quantidade de pessoas no veículo
- *Spoiler Alert: Gradient Descent*



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

O que é aquisição de conhecimento?

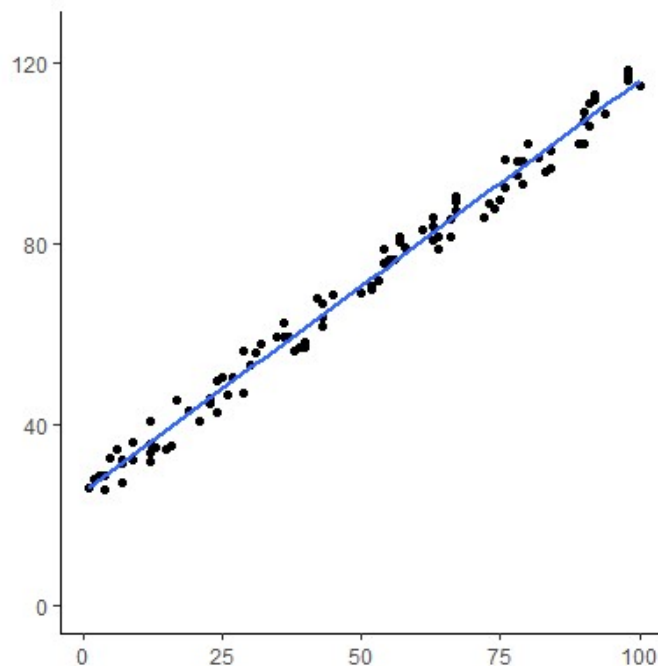
- Geração de modelos do mundo.
 - A aquisição de conhecimento é o processo de obter informações sobre o ambiente em que o agente está operando, enquanto a geração de modelos do mundo é o processo de construir uma representação interna do ambiente com base nas informações adquiridas.



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

O que é aquisição de conhecimento?

- Descoberta de regularidades ou padrões.



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

O que é aquisição de conhecimento?

- Outras propriedades estatísticas presentes nos dados (associações espaciais e temporais).



Há pelo menos duas
pessoas que comemoram
o aniversário no mesmo
dia?



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

O que é aquisição de conhecimento?

- Geração de leis de discriminação para efeito de classificação de dados com base em um conjunto previamente classificado.



Carros!



Isto é um carro?



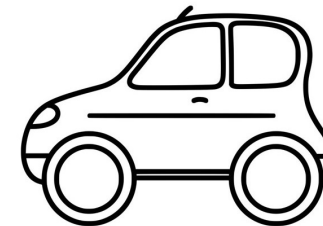
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

O que é aquisição de conhecimento?

- Geração de leis de discriminação para efeito de classificação de dados com base em um conjunto previamente classificado.



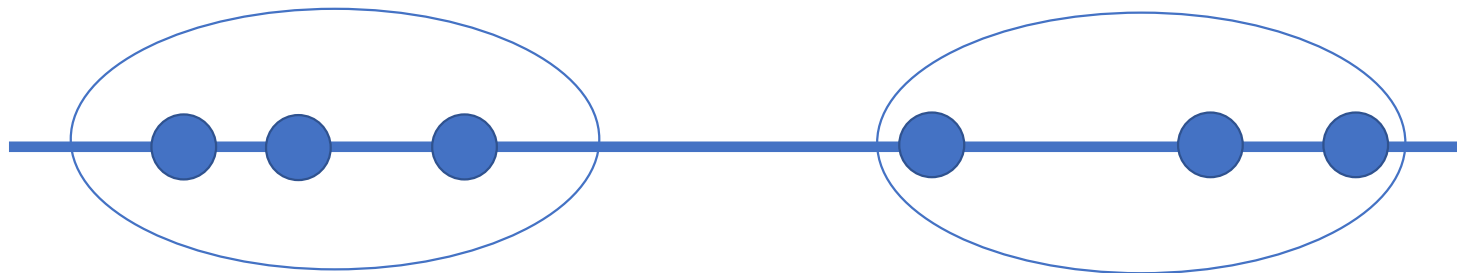
Carros!



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

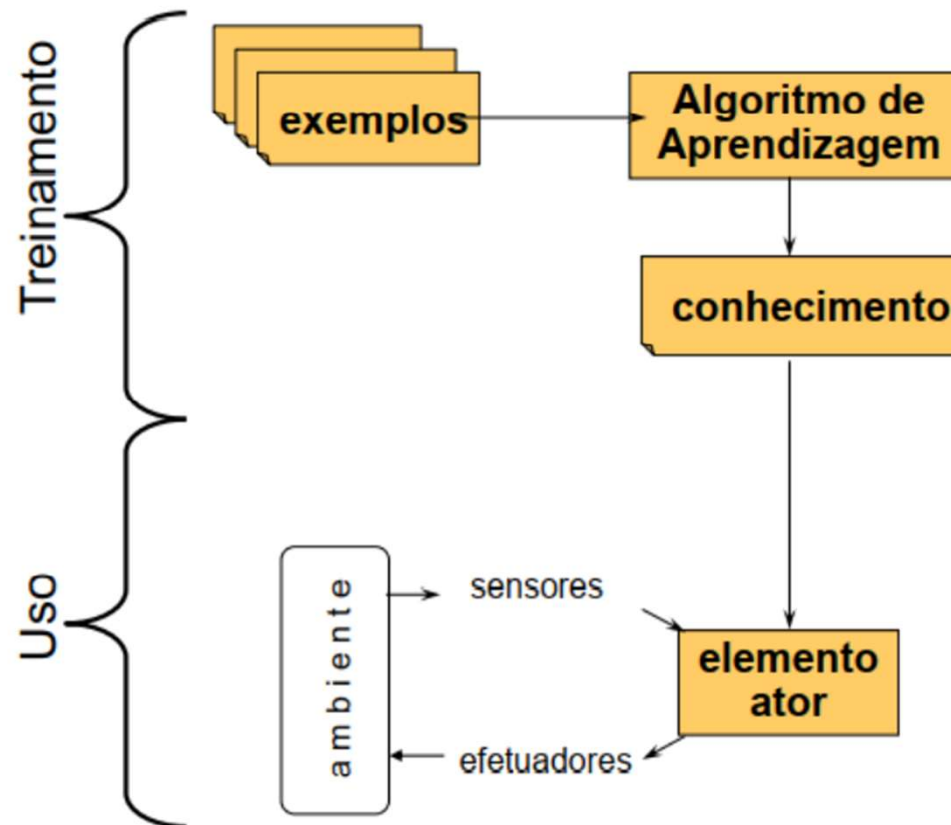
O que é aquisição de conhecimento?

- Realização de agrupamento de dados (previamente não rotulados) em classes.



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Modelo agente aprendiz:



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem:

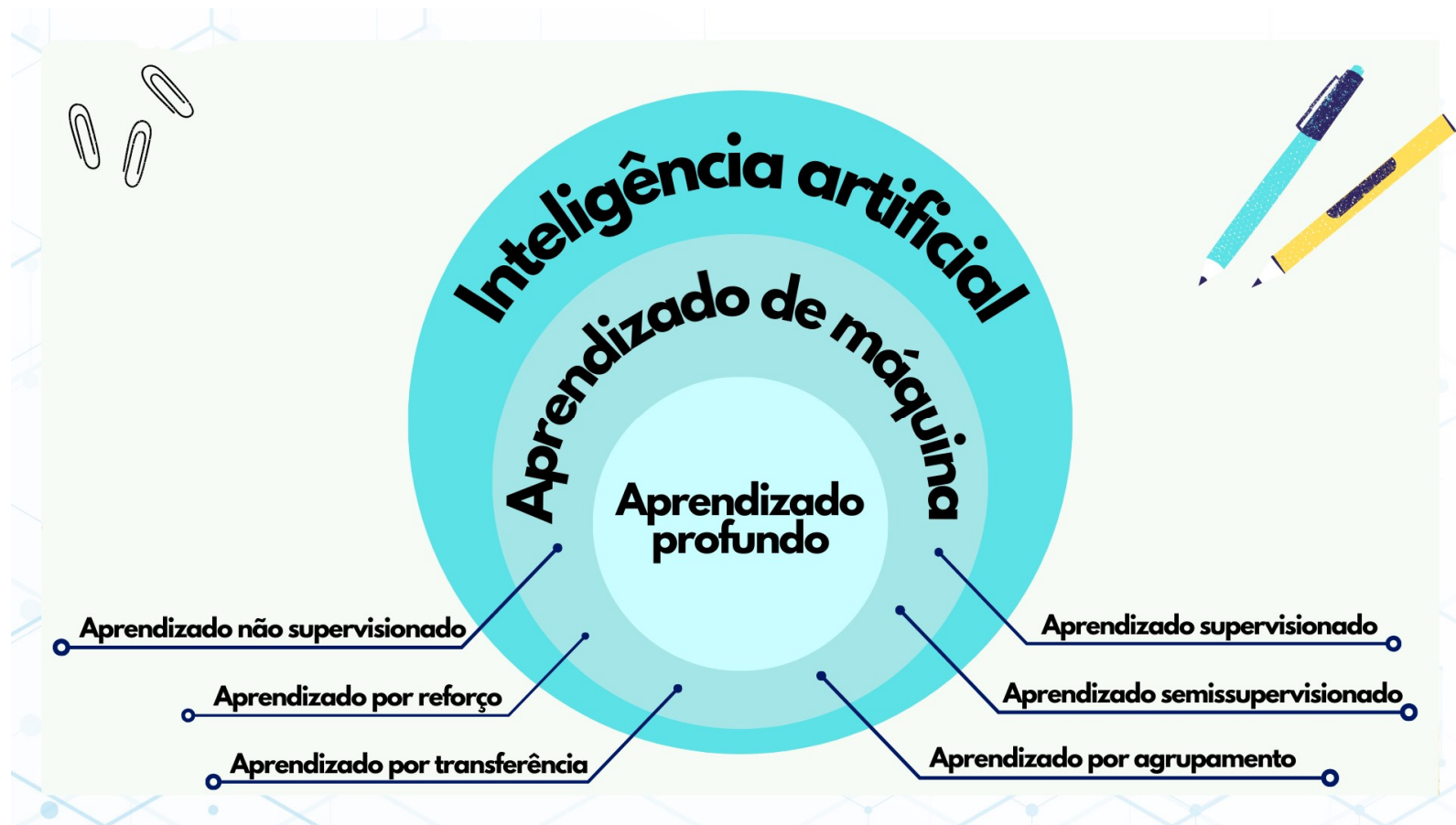
“É quase certo que qualquer hipótese que esteja seriamente errada será ‘desmascarada’ com alta probabilidade após um pequeno número de exemplos, por que fará uma previsão incorreta. Desse modo, qualquer hipótese que seja consistente com um conjunto bastante grande de exemplos de treinamento terá pouca probabilidade de estar seriamente errada; isto é, ela deve estar provavelmente aproximadamente correta.

Para tanto, os conjuntos de treinamento e teste devem ser extraídos ao acaso e de forma independente da população de exemplos com a mesma distribuição de probabilidade - suposição de hipótese de estacionariedade.”

(Russel e Norvig)

Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

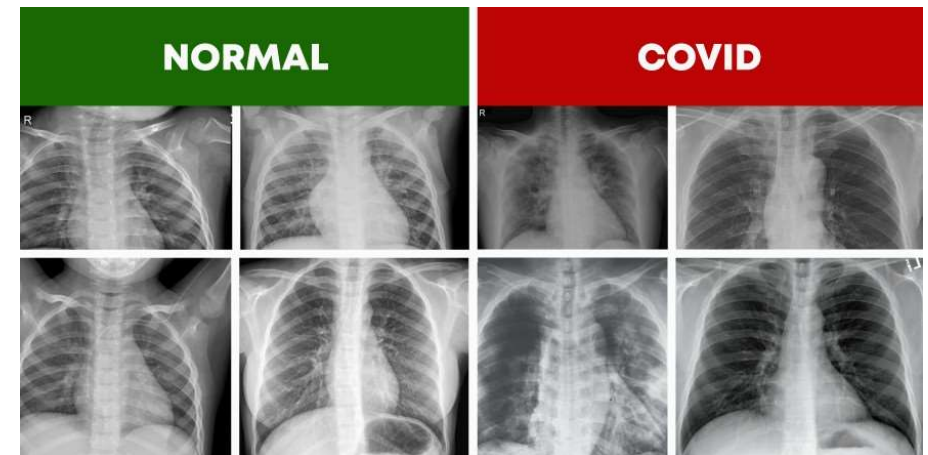
Aprendizagem:



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem supervisionada:

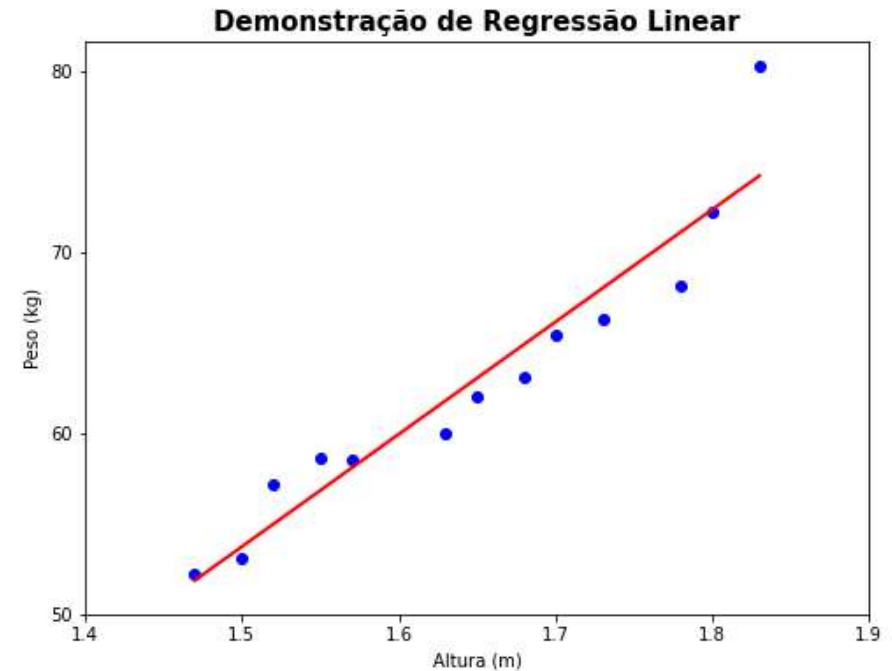
- Ocorre nas situações em que é possível perceber tanto as entradas como as saídas.
- Frequentemente as saídas são fornecidas por um supervisor(especialista) humano.
- Envolve aprendizagem de uma função a partir de exemplos de suas entradas e saídas.
- Ela é muito útil quando há vários exemplos de entrada previamente classificados.



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem supervisionada:

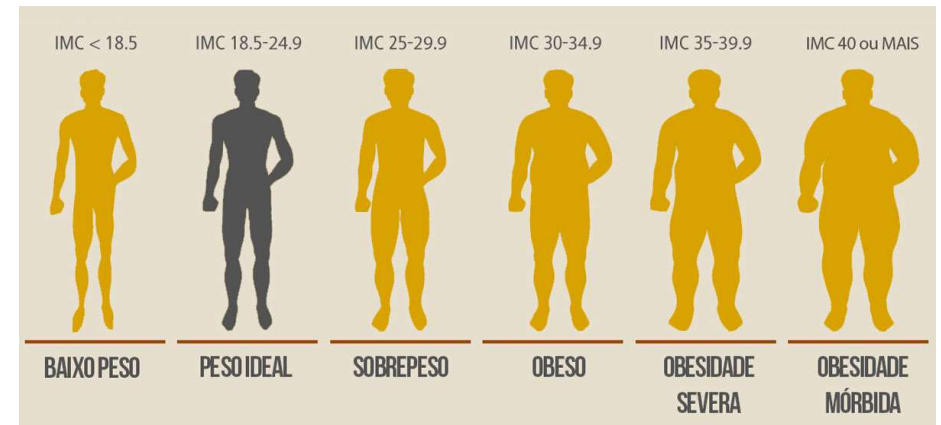
- Classificados em problemas de “regressão” e “classificação”.
- Em um problema de regressão, busca-se prever os resultados em uma saída contínua, ou seja, mapear variáveis de entrada para alguma função contínua.



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem supervisionada:

- Em um problema de classificação, busca-se prever os resultados em uma saída discreta. Em outras palavras, está se buscando mapear variáveis de entrada em categorias distintas.
- Neste tipo de aprendizagem existe um "professor" que avalia a resposta da técnica ao padrão atual de entradas.



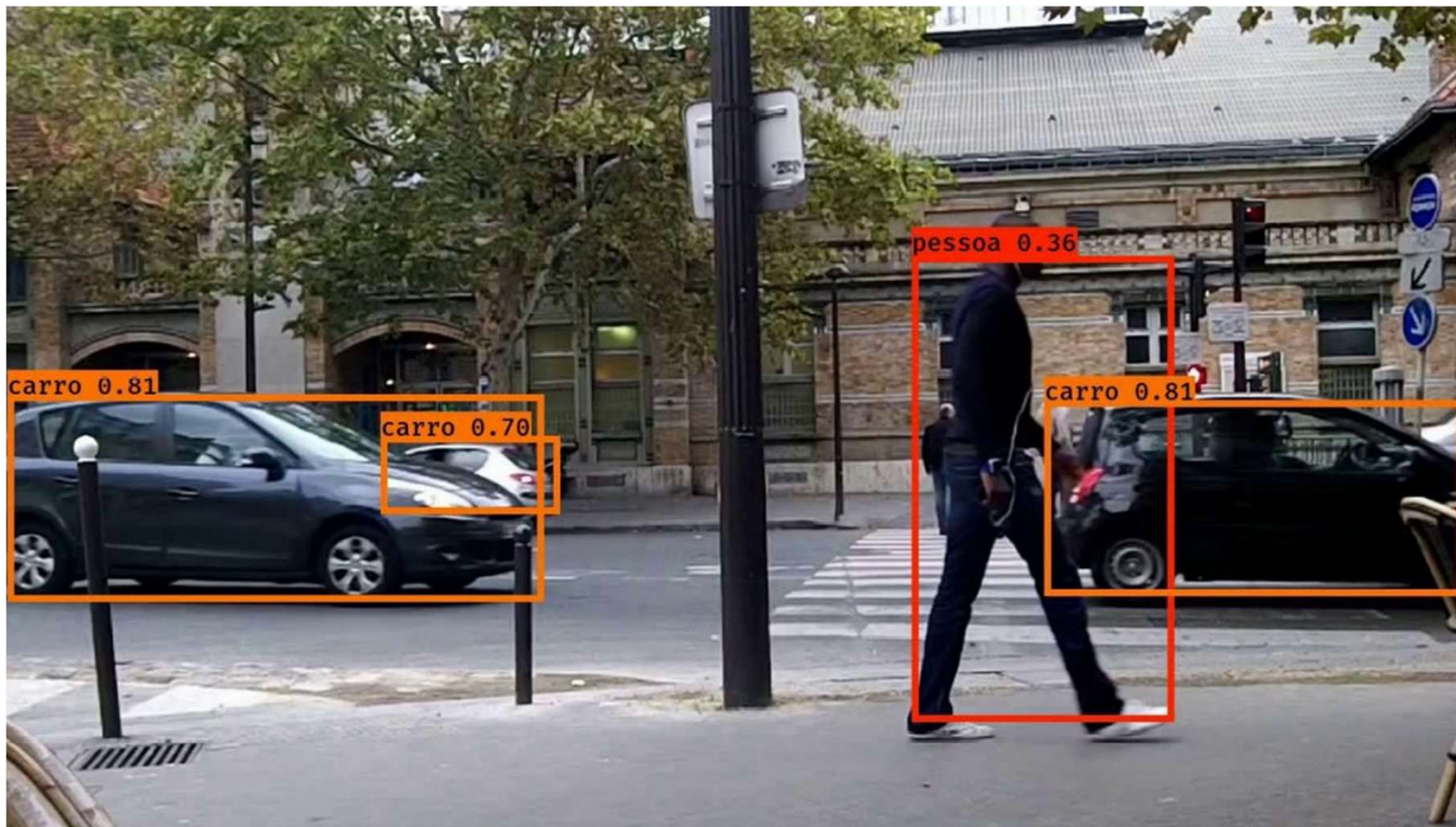
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem supervisionada:

- Alguns exemplos de técnicas de aprendizagem supervisionada:
 - Redes Neurais Artificiais.
 - ✓ Redes *Perceptron* Multicamadas
 - ✓ Redes Recorrentes
 - ✓ Redes Convolucionais
 - ✓ *Autoencoders*
 - ✓ Redes Adversariais Generativas
 - Máquinas de Vetor-Suporte
 - Classificadores *Naive-Bayes*.

Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem supervisionada:



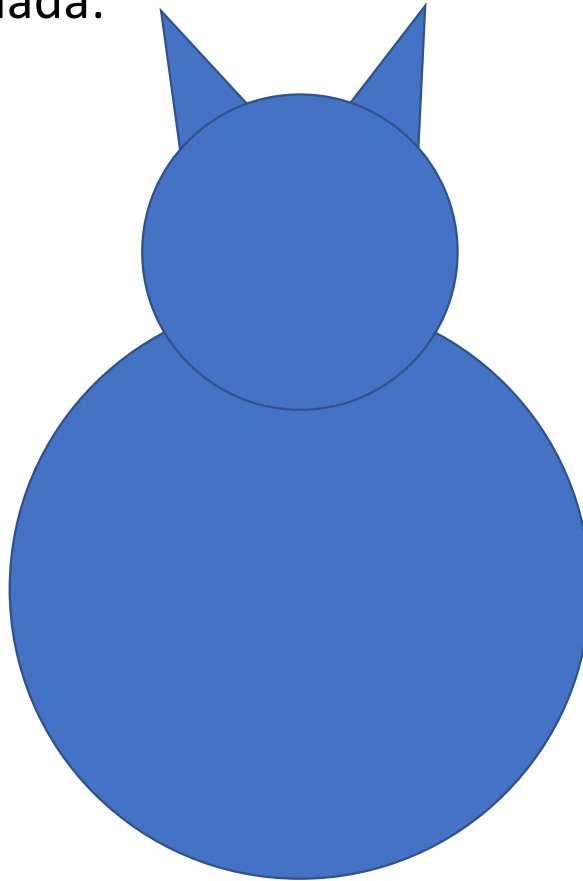
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem supervisionada:



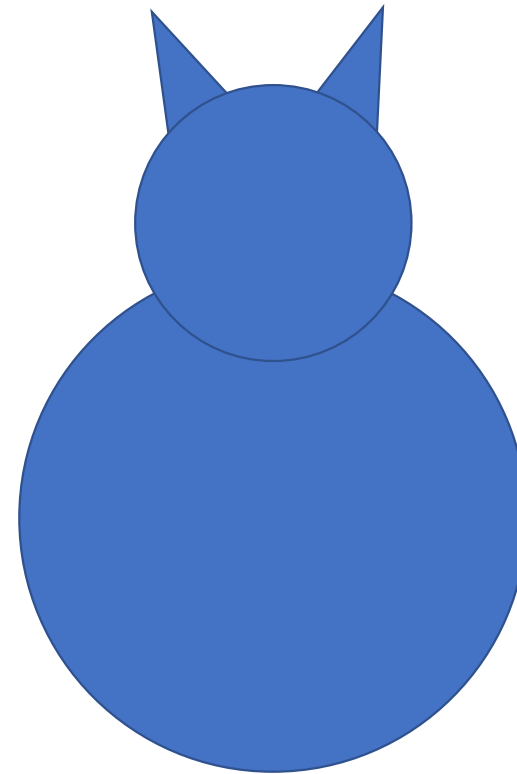
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem supervisionada:



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem supervisionada:



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

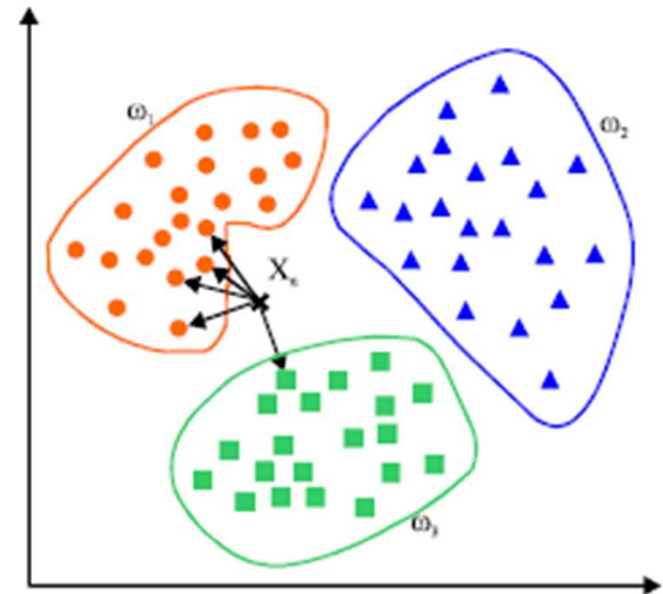
Aprendizagem supervisionada:



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

K-Nearest Neighbours (KNN):

- A ideia principal do KNN é determinar o rótulo de classificação de uma amostra baseado nas amostras vizinhas advindas de um conjunto de treinamento.
- Dois pontos chaves que devem ser determinados para aplicação do KNN são: a métrica de distância e o valor de k .

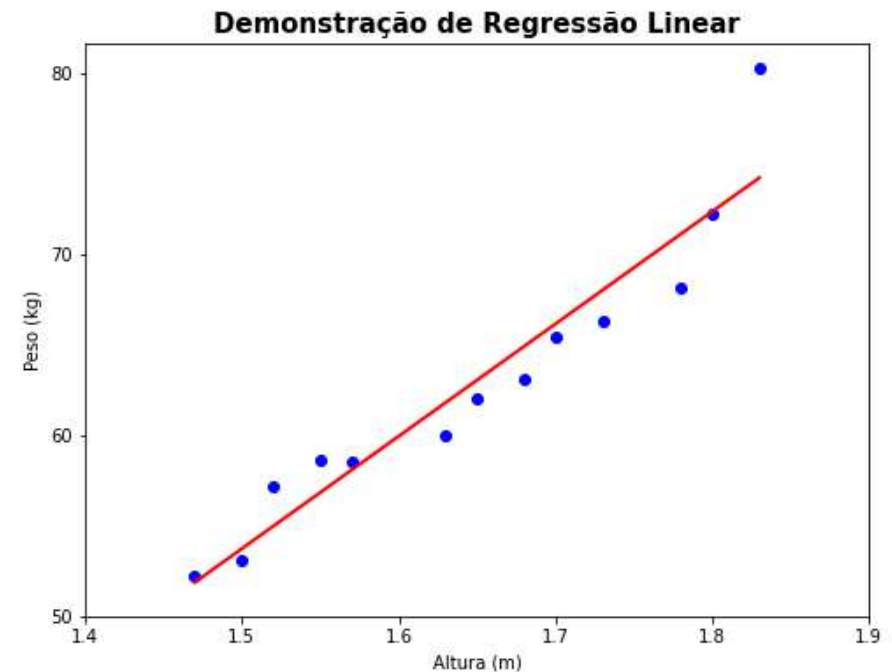


```
1  inicialização:
2      Preparar conjunto de dados de entrada e saída
3      Informar o valor de  $k$ ;
4  para cada nova amostra faça
5      Calcular distância para todas as amostras
6      Determinar o conjunto das  $k$ 's distâncias mais próximas
7      O rótulo com mais representantes no conjunto dos  $k$ 's
8      vizinhos será o escolhido
9  fim para
10 retornar: conjunto de rótulos de classificação
```

Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Regressão linear:

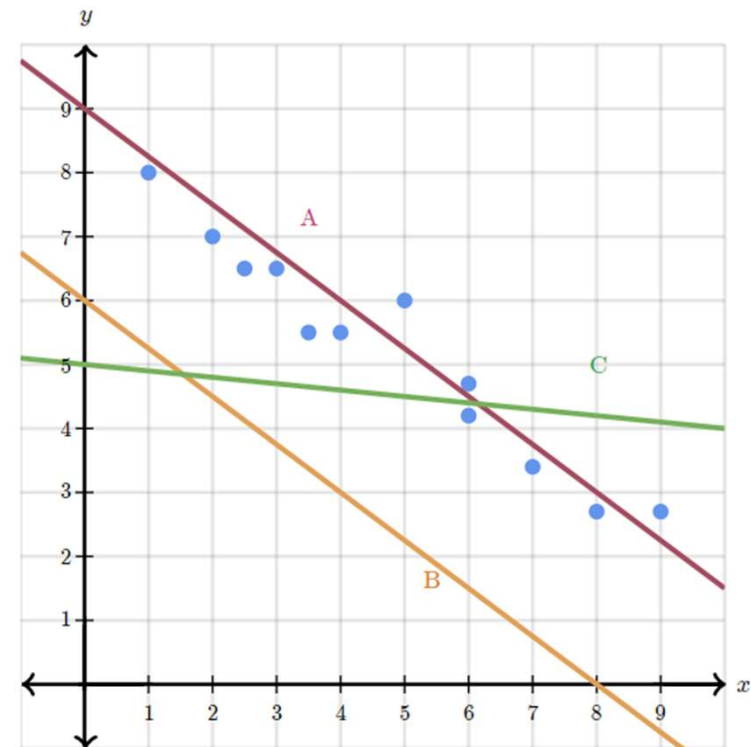
- Quando vemos uma relação em um diagrama de dispersão, podemos usar uma reta para resumir essa relação nos dados. Também podemos usar essa reta para fazer previsões a partir dos dados.
- A equação reduzida da reta é $y = mx + n$, em que x e y são, respectivamente, a variável independente e a variável dependente; m é o coeficiente angular, e n é o coeficiente linear.



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Regressão linear:

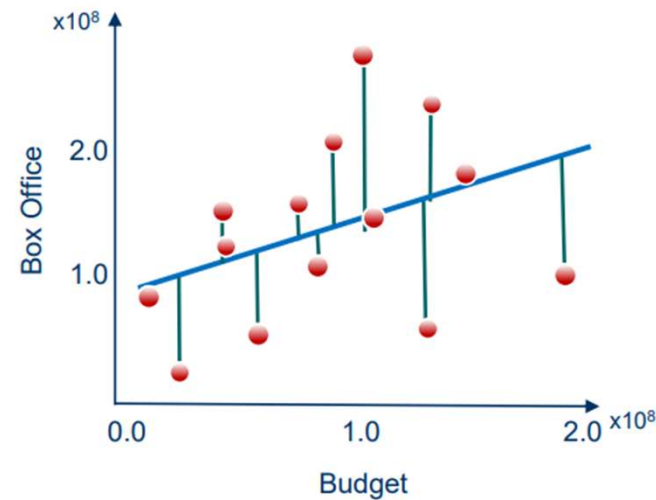
- Qual a reta que melhor se ajusta aos pontos do gráfico ao lado?



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Regressão linear:

- O resíduo é a distância entre o valor predito e o valor observado.



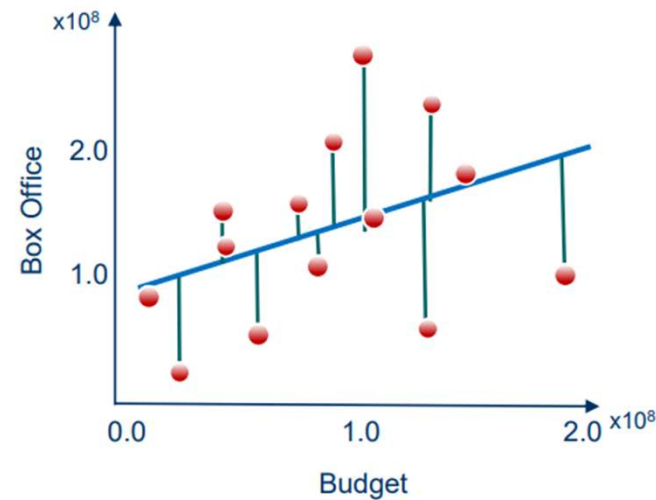
$$\text{predicted value} \rightarrow y_{\beta} \left(x_{obs}^{(i)} \right) - y_{obs}^{(i)} \leftarrow \text{observed value}$$

Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Regressão linear:

- O resíduo é a distância entre o valor predito e o valor observado.

$$y_{\beta}(x) = \beta_0 + \beta_1 x$$



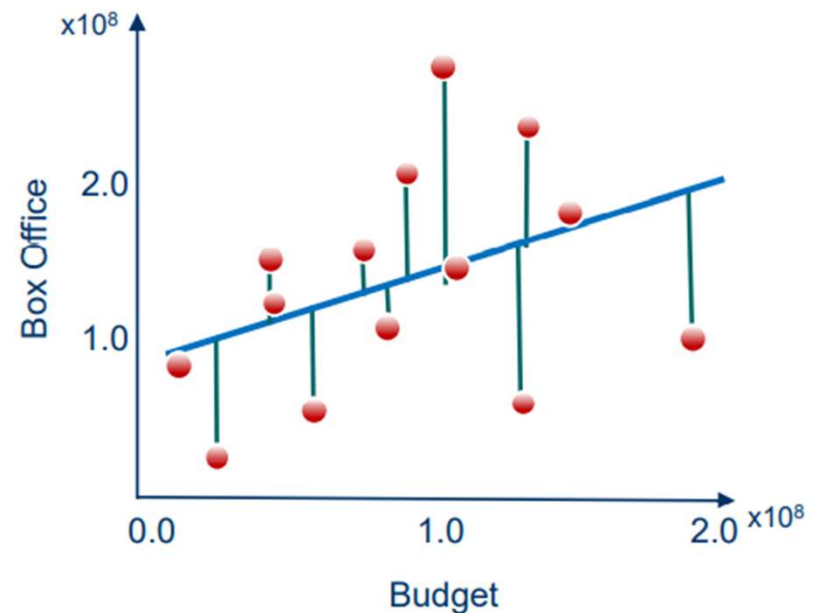
$$\text{predicted value} \rightarrow y_{\beta} \left(x_{obs}^{(i)} \right) - y_{obs}^{(i)} \leftarrow \text{observed value}$$

Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Regressão linear:

- O resíduo é a distância entre o valor predito e o valor observado.

$$y_{\beta}(x) = \beta_0 + \beta_1 x$$



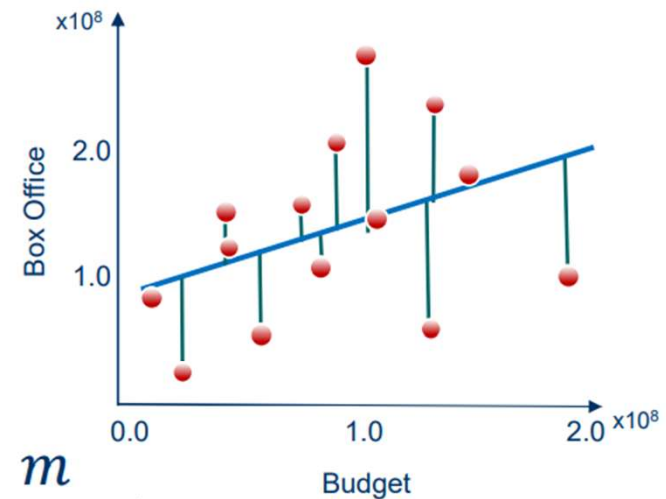
$$\left(\beta_0 + \beta_1 x_{obs}^{(i)} \right) - y_{obs}^{(i)}$$

Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Regressão linear:

- *Minimum* MSE consiste no menor valor de MSE variando as constantes beta 0 e beta 1.

$$y_{\beta}(x) = \beta_0 + \beta_1 x$$



$$\min_{\beta_0, \beta_1} \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(\left(\beta_0 + \beta_1 x_{obs}^{(i)} \right) - y_{obs}^{(i)} \right)^2$$

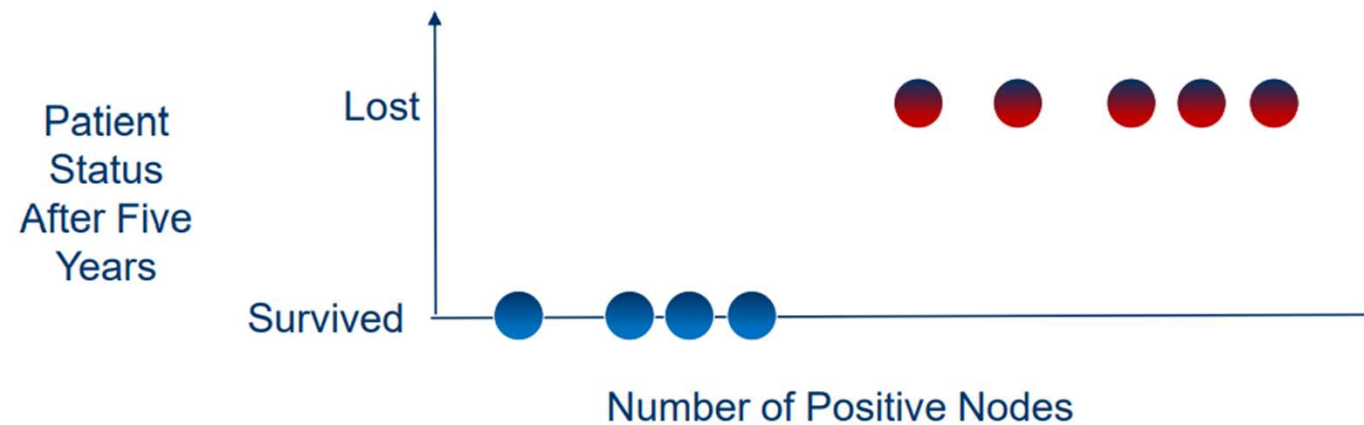
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Regressão linear vs KNN:

- Regressão linear
 - O ajuste envolve a minimização da função de custo (lento)
 - O modelo tem poucos parâmetros (uso eficiente de memória)
 - A previsão é feita por uma chamada a uma função analítica (rápido)
- KNN
 - O ajuste envolve o armazenamento de dados de treinamento (rápido)
 - O modelo tem muitos parâmetros (uso intensivo de memória)
 - A previsão envolve encontrar os vizinhos mais próximos (lento)

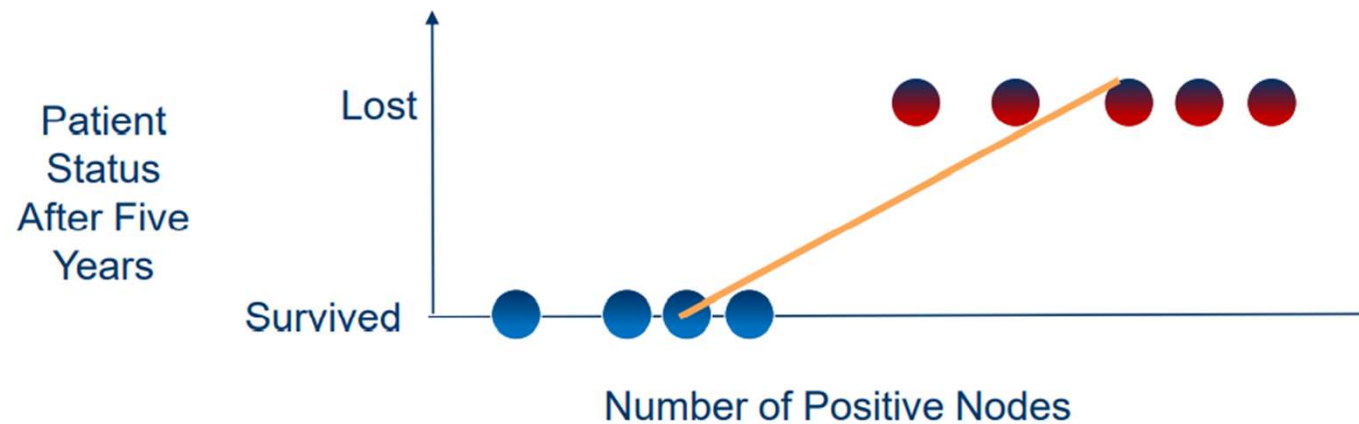
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Regressão logística:



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

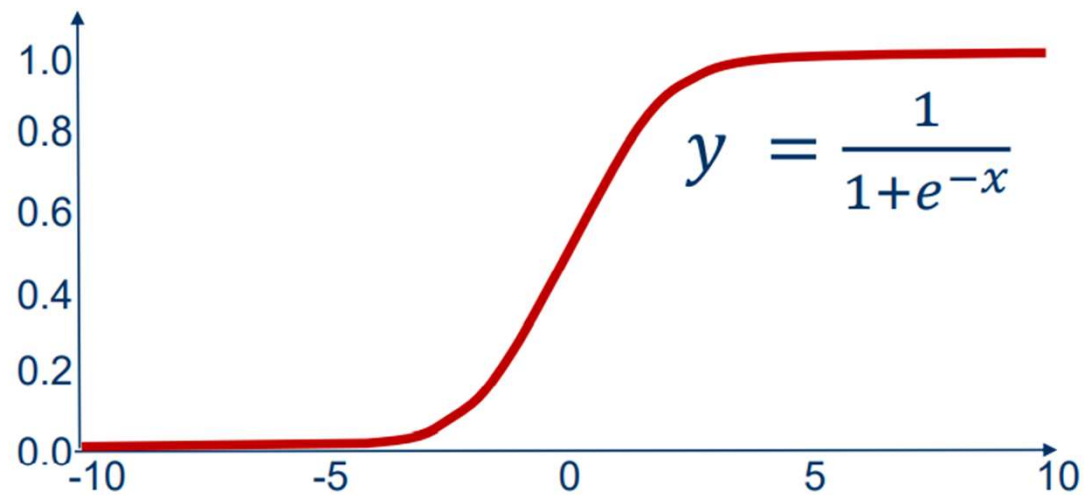
Regressão logística:



$$y_{\beta}(x) = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

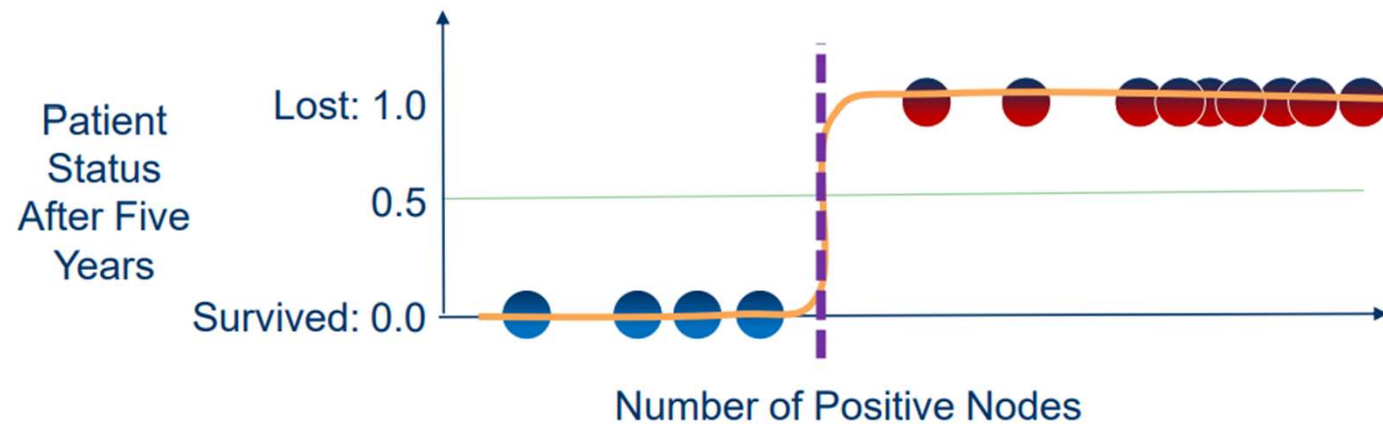
Regressão logística:



Que função é esta?

Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

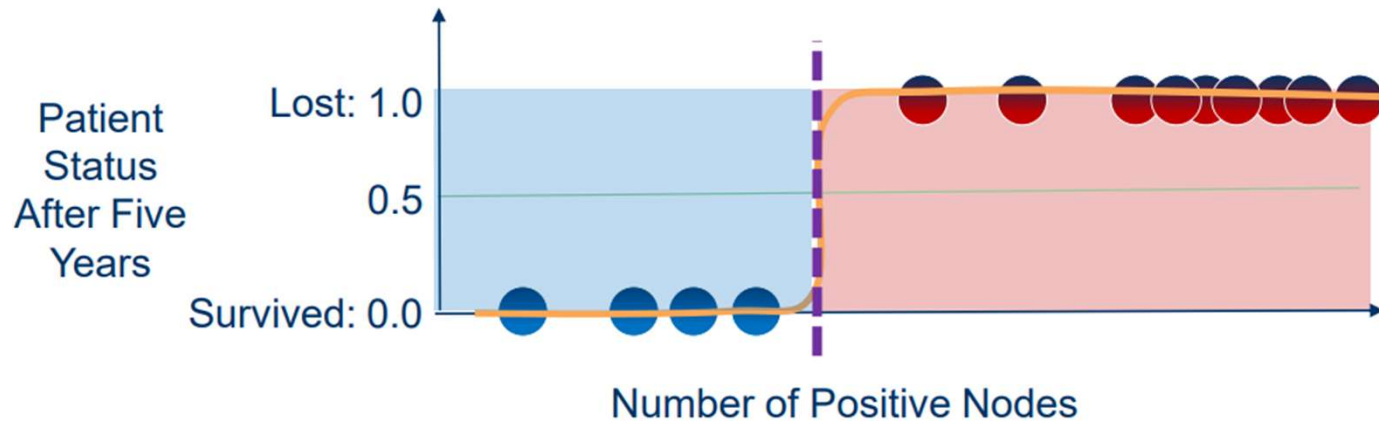
Regressão logística:



$$y_{\beta}(x) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon)}}$$

Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Regressão logística:

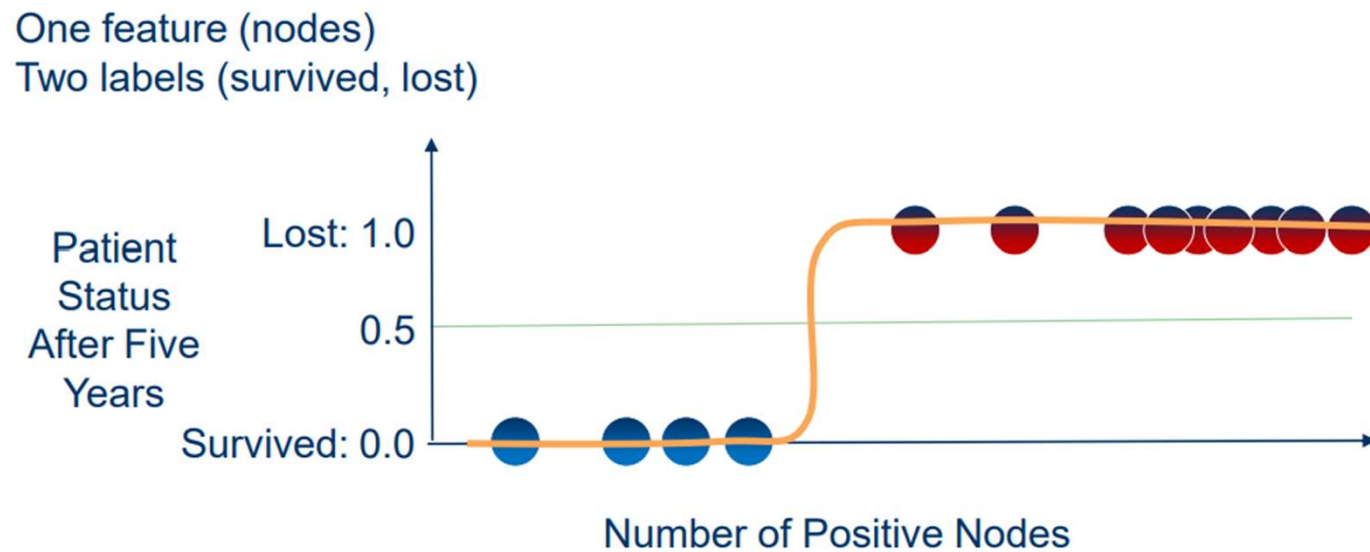


$$y_{\beta}(x) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon)}}$$

Fronteira de decisão

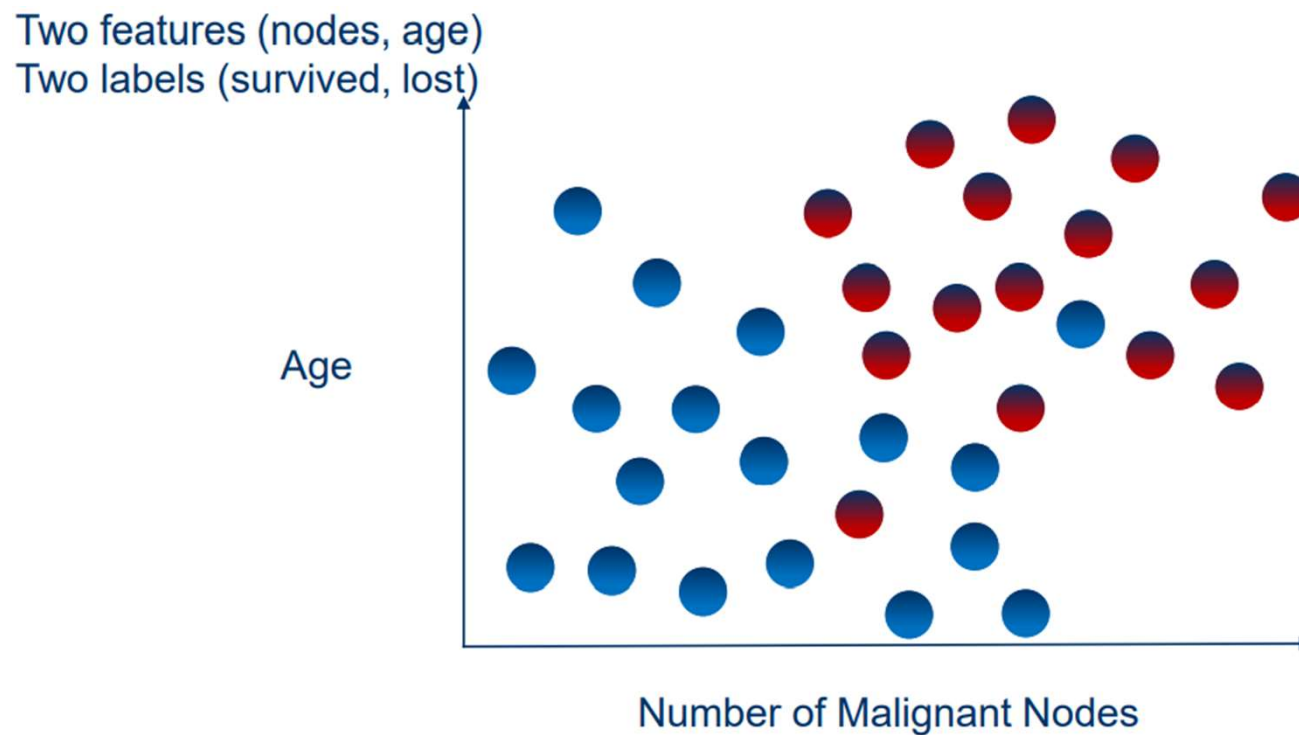
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Classificação com regressão logística:



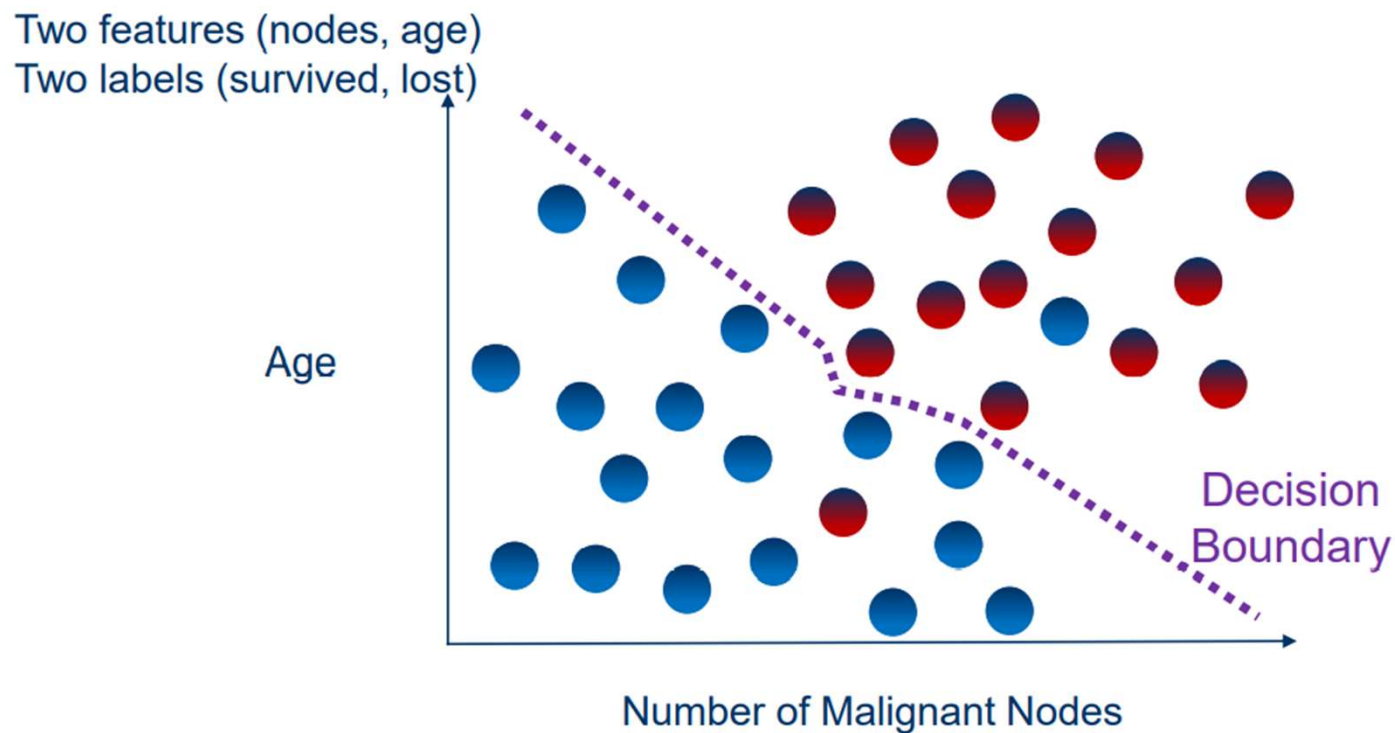
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Classificação com regressão logística:



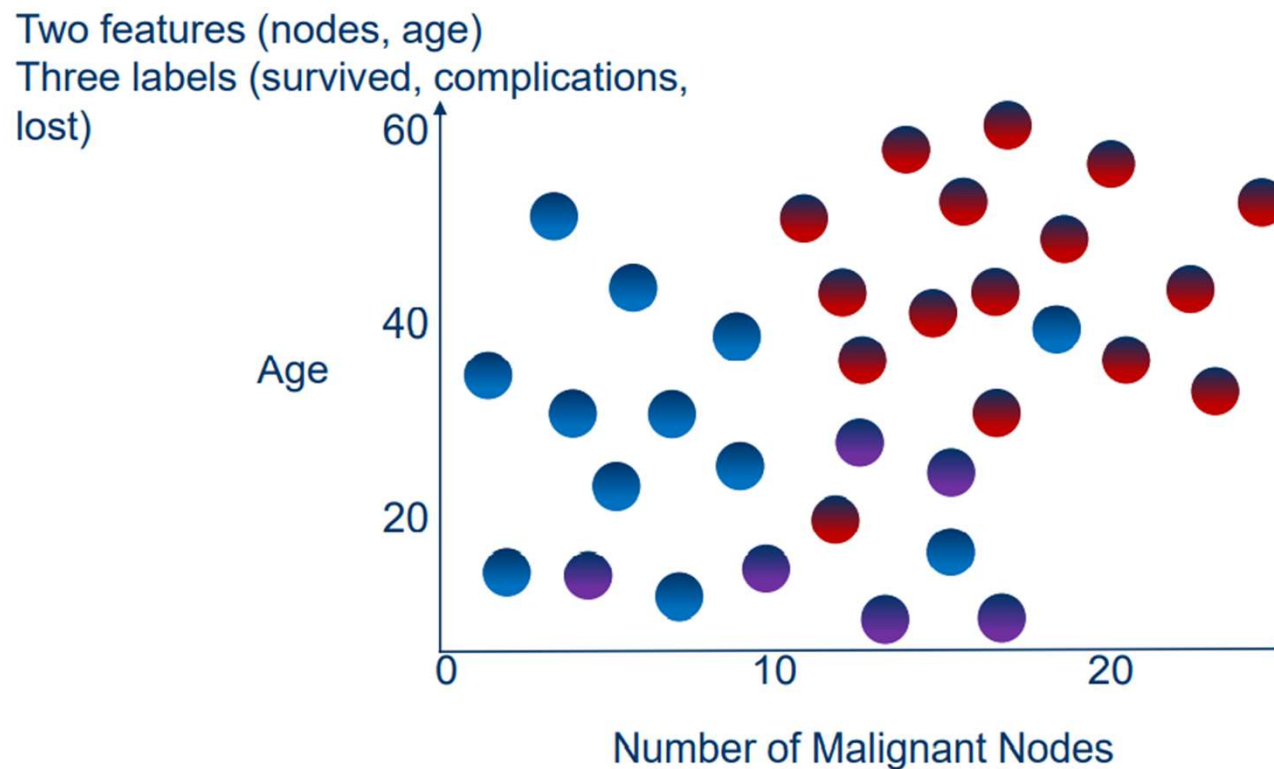
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Classificação com regressão logística:



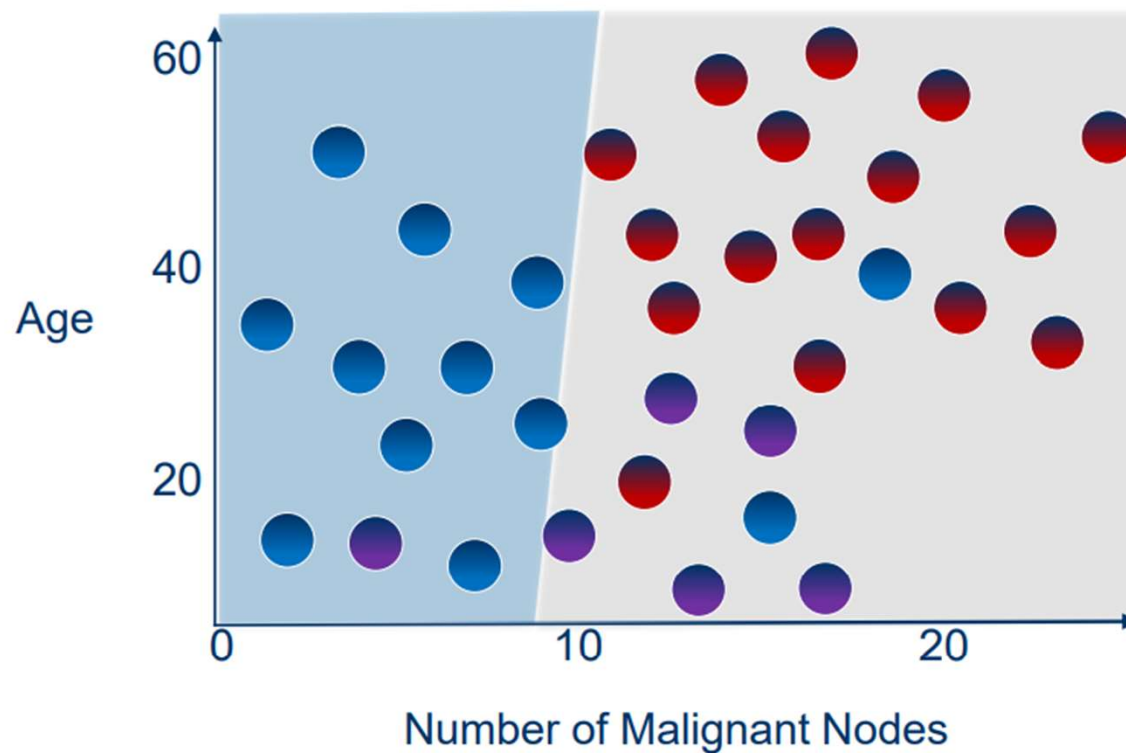
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Classificação com regressão logística:



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

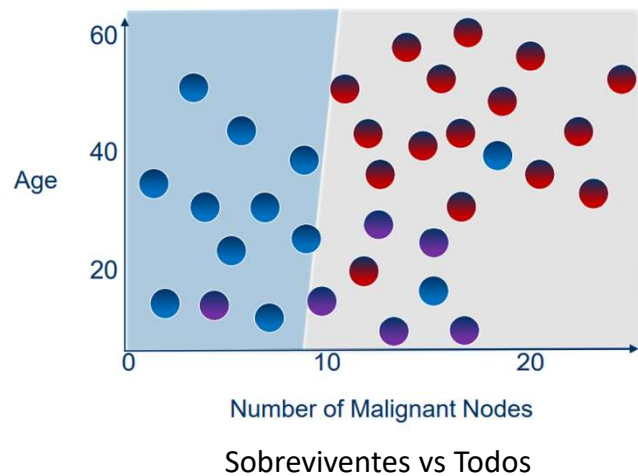
Classificação com regressão logística:



Sobreviventes vs Todos

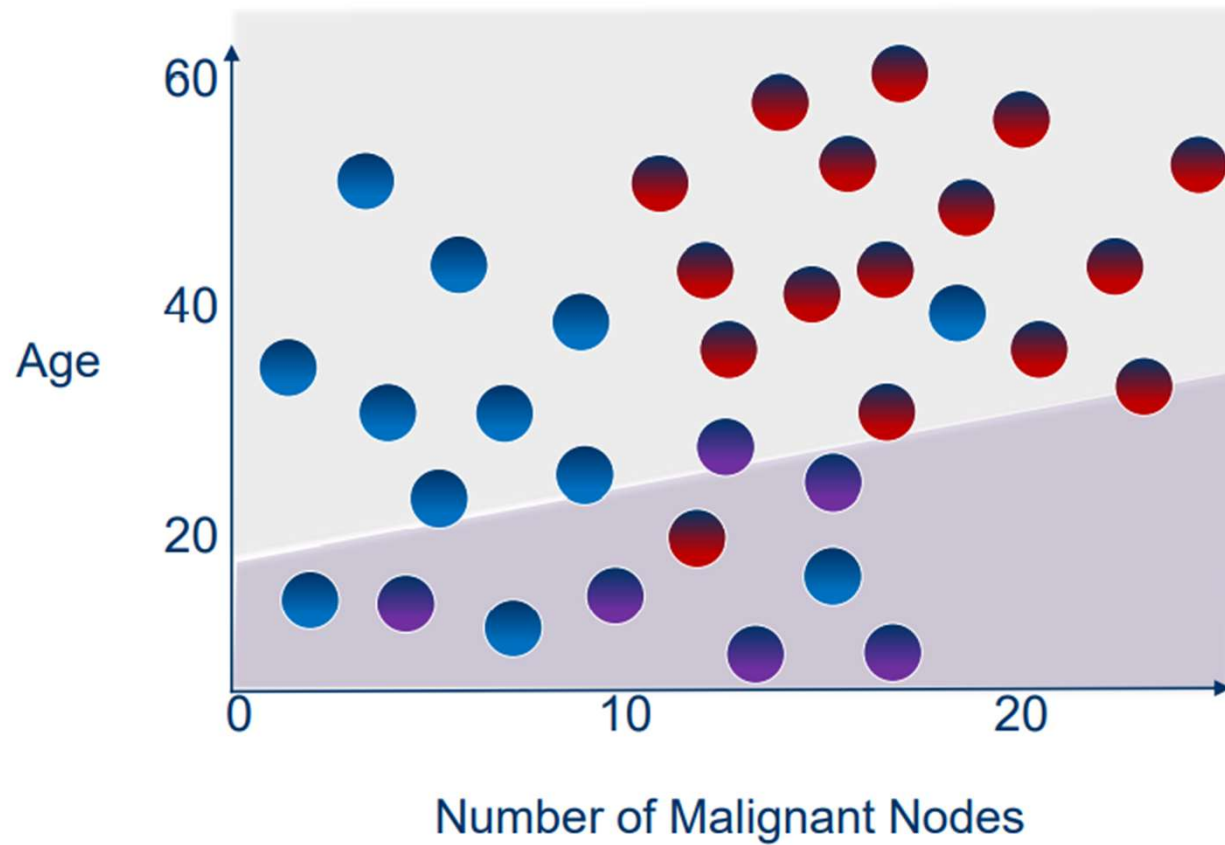
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Classificação com regressão logística:



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

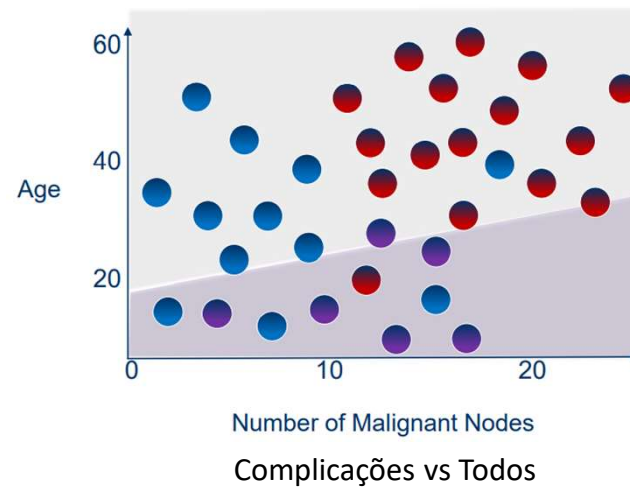
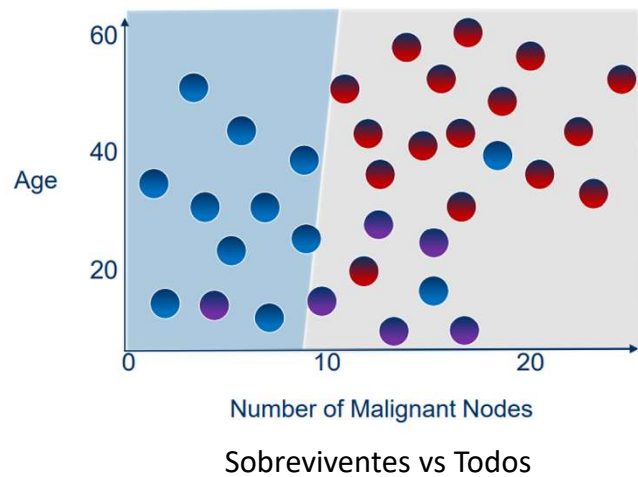
Classificação com regressão logística:



Complicações vs Todos

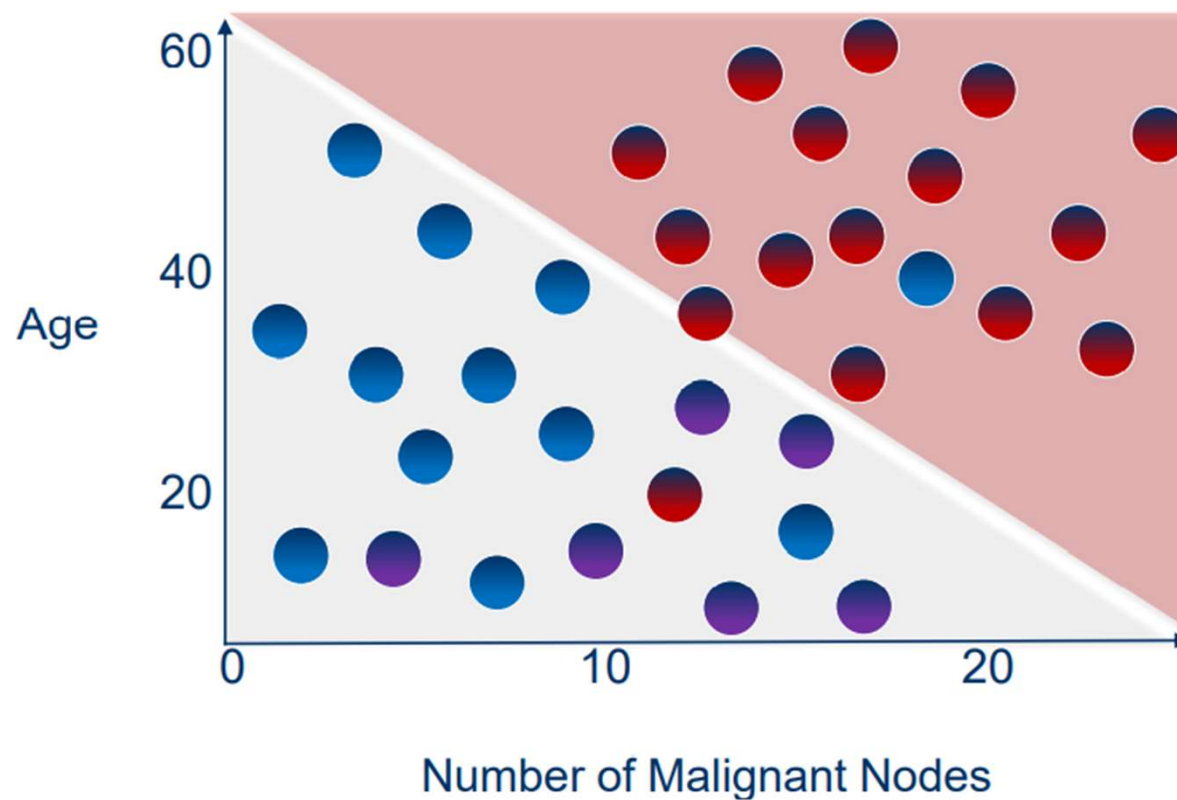
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Classificação com regressão logística:



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

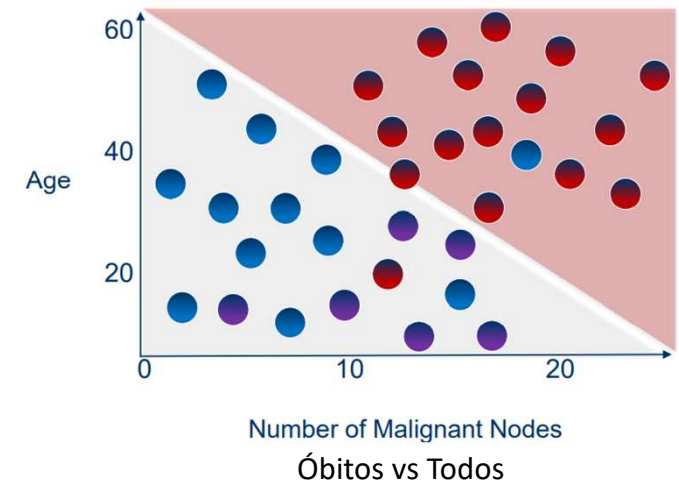
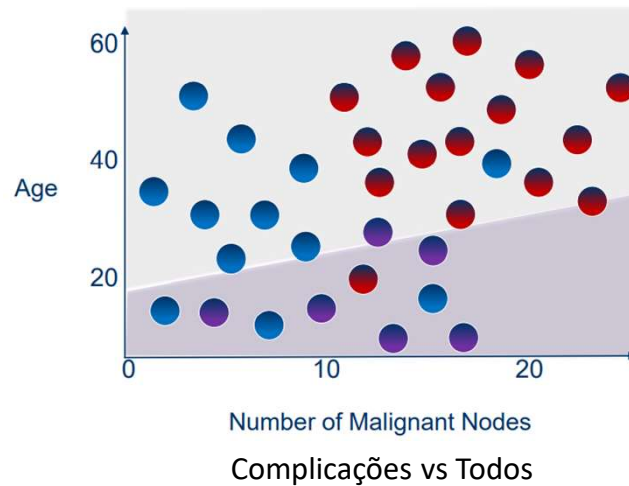
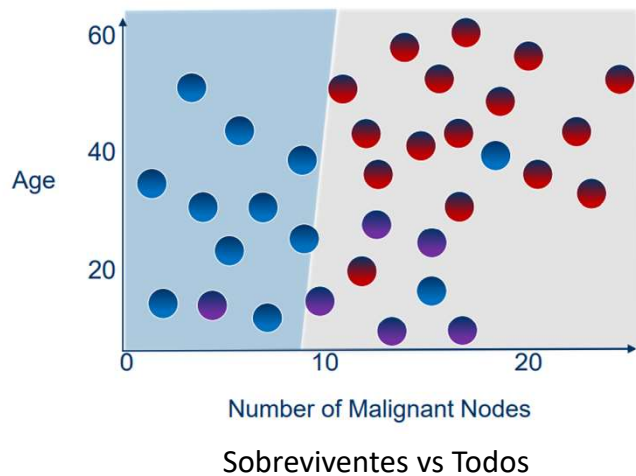
Classificação com regressão logística:



Óbitos vs Todos

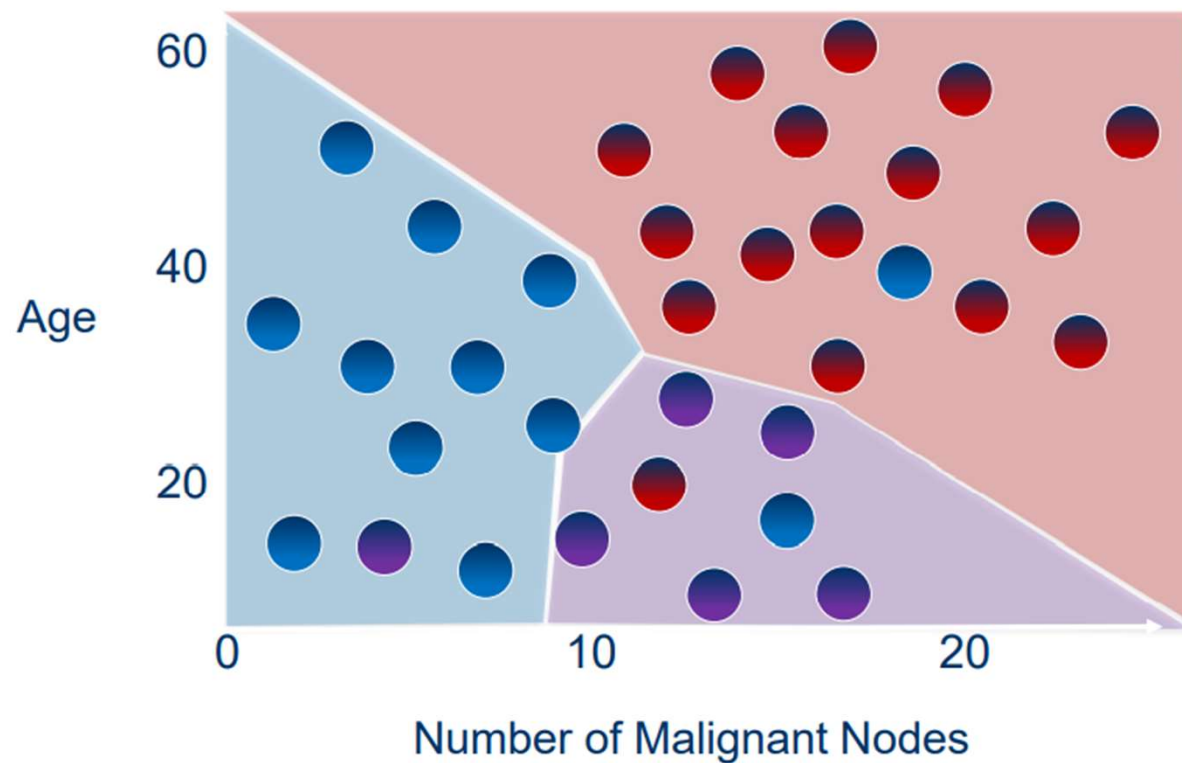
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Classificação com regressão logística:



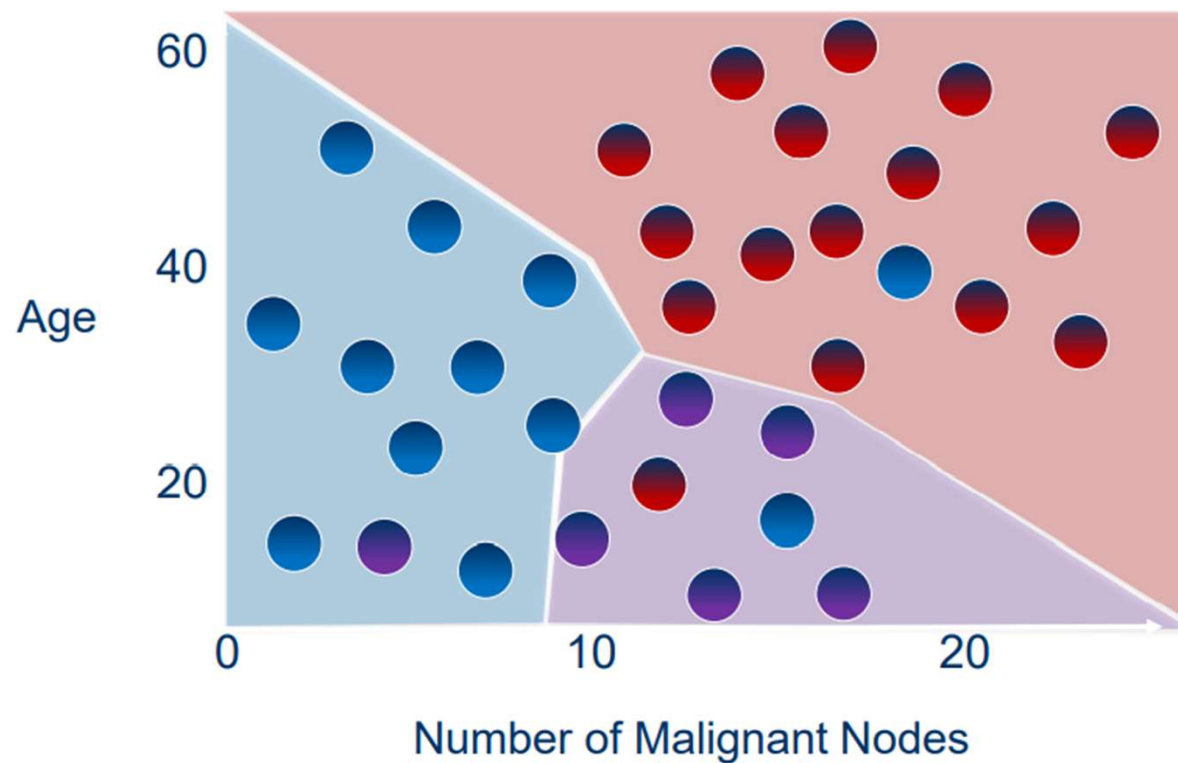
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Fronteira de decisão multi classe:



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Fronteira de decisão multi classe:



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem não supervisionada:

- Envolve a aprendizagem de padrões na entrada, quando não são fornecidos valores de saída específicos.
- Geralmente são úteis quando a informação sobre a classificação dos dados de entrada é escassa ou inexistente.
- As saídas são geralmente tratadas como padrões ou classes não rotulados (classe 0, 1, 2..., ou classe A, B, C...).
- Quem determina o significado das saídas é um especialista humano ou agente inteligente.
- Nesta forma de aprendizagem não existe "professor". A rede tem de descobrir sozinha relações, padrões, regularidades ou categorias nos dados que lhe vão sendo apresentados e codificá-las nas saídas.

Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem não supervisionada:

- Agrupamento (ou *clustering*): se deseja descobrir os grupos, padrões ou classes inerentes em um conjunto de dados.
- Associação: se deseja descrever grandes porções de dados através da inferência de regras.
- Redução de dimensionalidade: se deseja reduzir a quantidade de dimensões presentes nos dados, assumindo que uma grande porção dos dados é redundante, e que é possível representar todo ou boa parte dos dados com somente uma fração deles.
- Auto codificadores (ou *auto-encoders*): uma mistura de redes neurais com algoritmos de redução de dimensionalidade, se deseja encontrar um conjunto de pesos – com menor dimensionalidade - a fim de se moldar aos dados de entrada, usando como referência de saída os próprios dados de entrada.

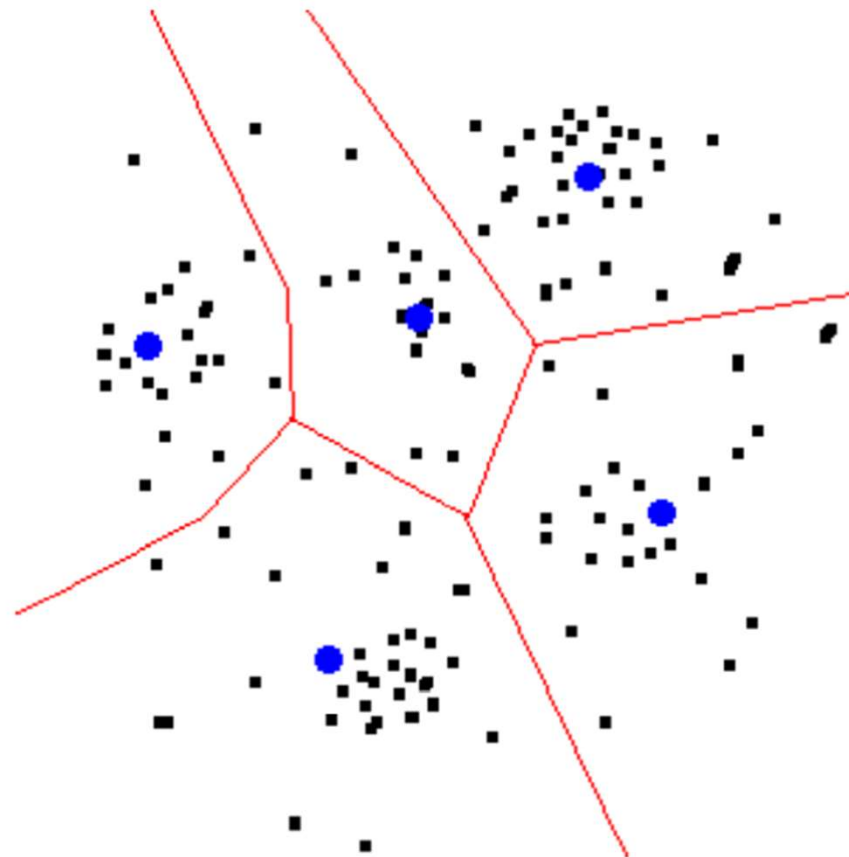
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem não supervisionada:

- Alguns exemplos de técnicas de aprendizagem não supervisionada:
 - *K-means*
 - *Fuzzy C-means*
 - *Principal Component Analysis* (PCA)
 - *Singular-Value Decomposition* (SVD)
 - Redes competitivas
 - Mapas auto organizáveis
 - Auto codificadores

Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

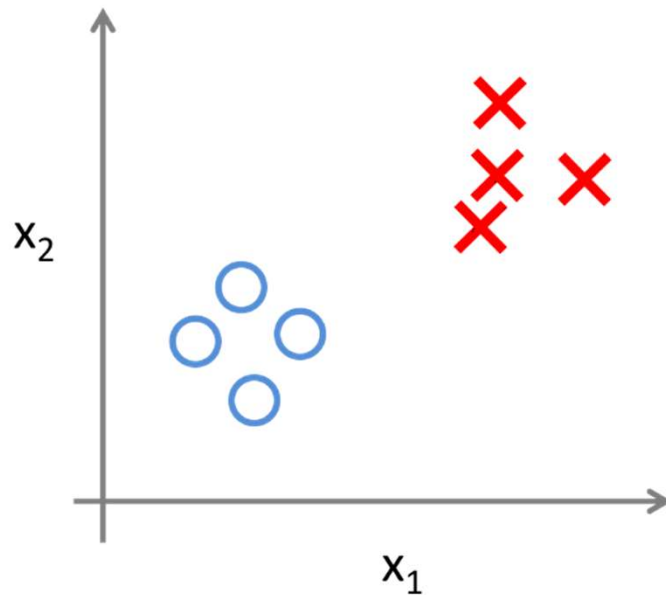
Aprendizagem não supervisionada:



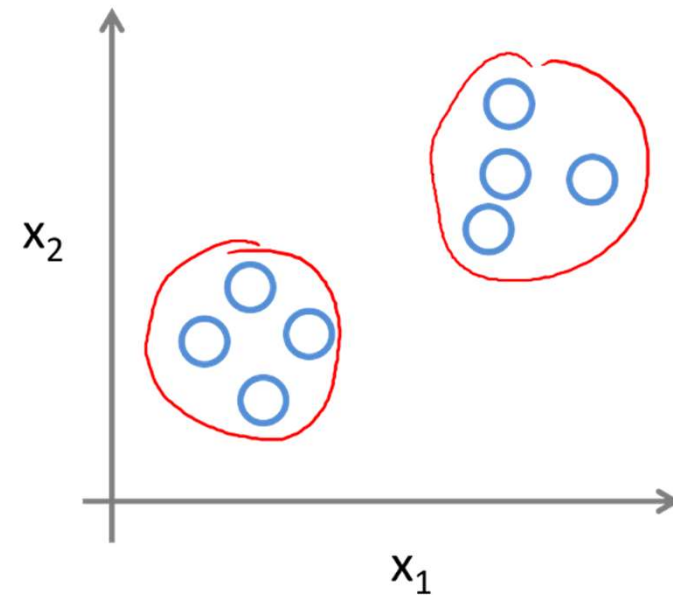
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem:

Supervised Learning

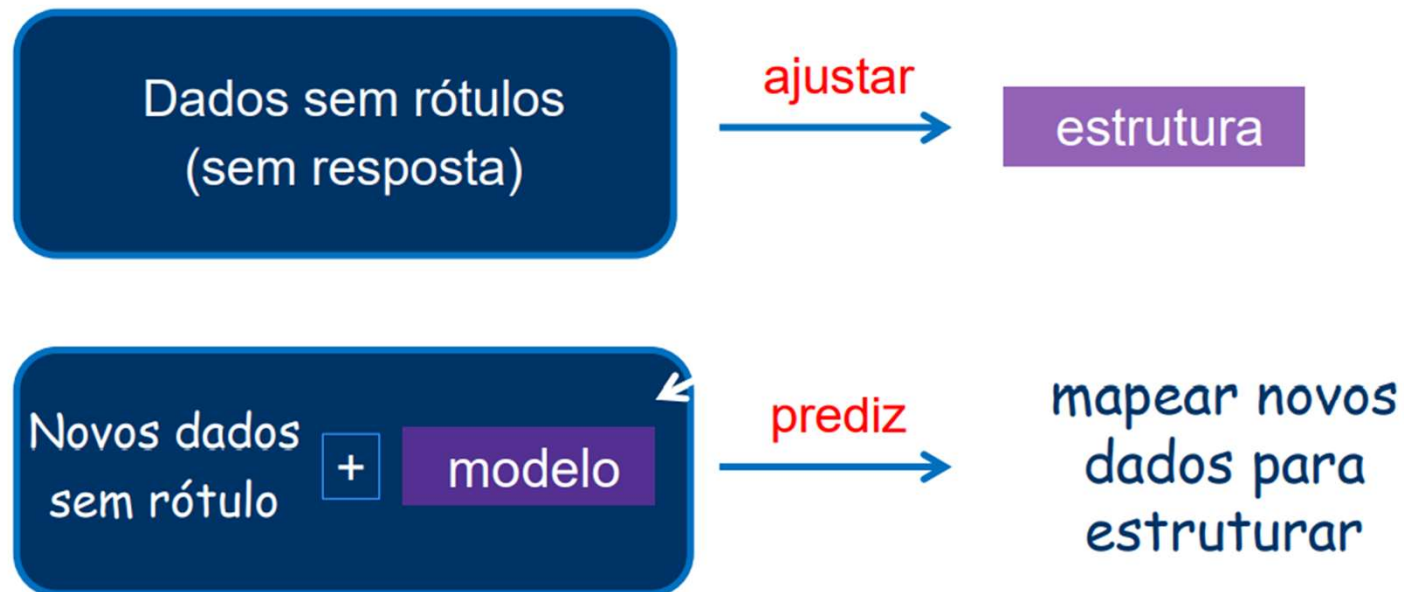


Unsupervised Learning



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

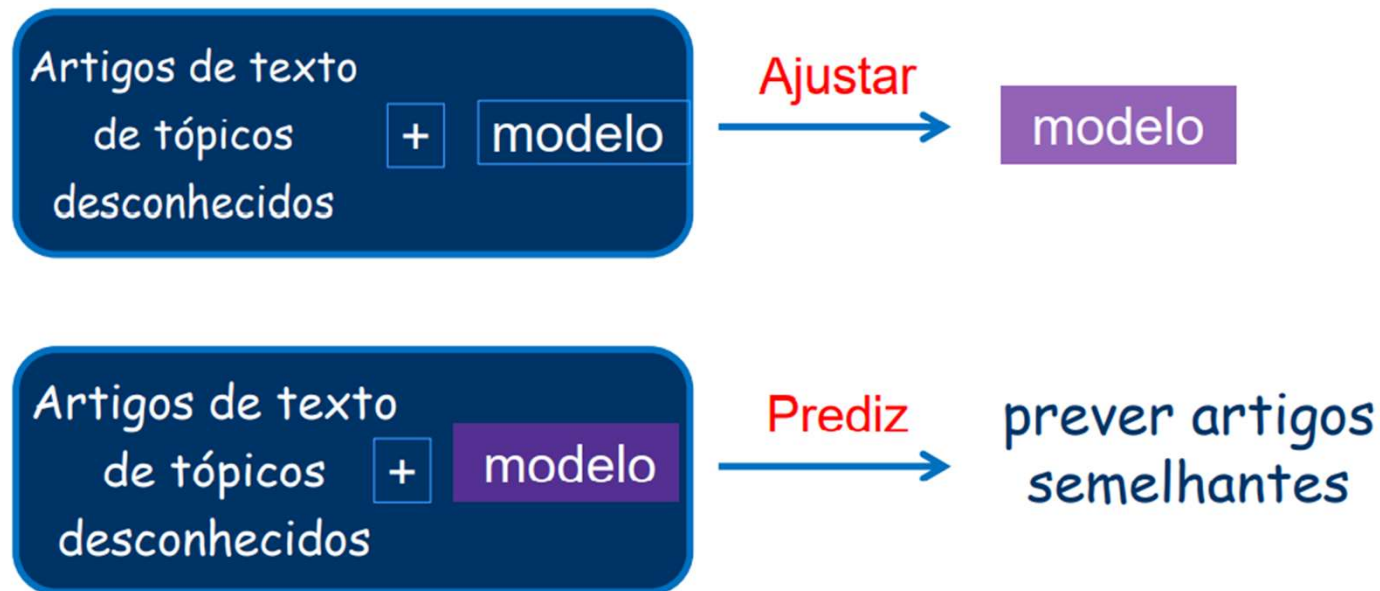
Aprendizagem não supervisionada:



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem não supervisionada:

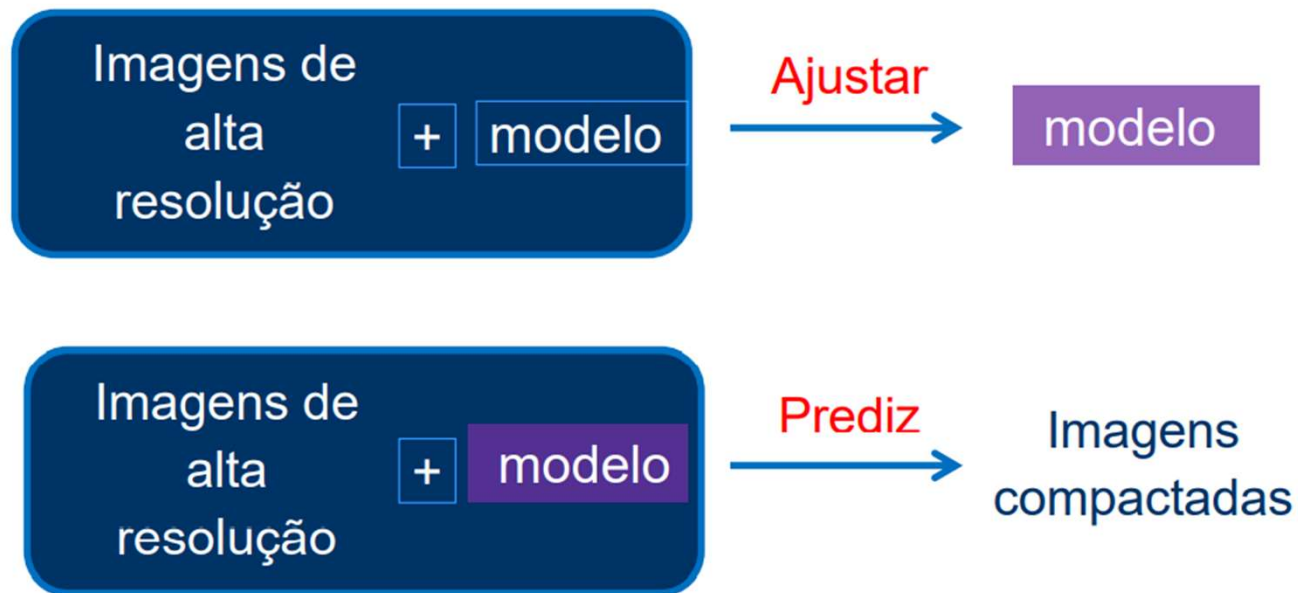
Clustering: Encontrando grupos distintos



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem não supervisionada:

Redução de dimensionalidade: Simplificando a estrutura



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem não supervisionada:

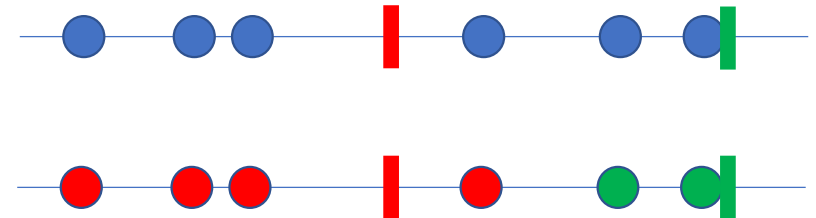
K-Means

- Precisa-se:
 - K – número de grupos
 - Tipo de distância
 - Número de épocas ou erro

Dados:



1ª Época:



2ª Época:



3ª Época:



4ª Época:



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem semi supervisionada:

- Usa os dados não rotulados para obter mais compreensão da estrutura da população em geral, em conjunto com uma pequena quantidade de amostras de dados previamente classificados.
- Novas classes/padrões são identificados, porém sem a identificação do que representam.
- Usa-se o conhecimento adquirido de um pequeno conjunto de dados já classificados, para tentar inferir qual a classe/rótulo do novo padrão encontrado.
- Pode ser de forma assistida por um especialista.

Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem semi supervisionada:

- Um bom exemplo é um arquivo de fotos em que apenas algumas das imagens são rotuladas (por exemplo: cão, gato, pessoa) e a maioria não é rotulada.
- Muitos problemas de aprendizado de máquina no mundo real se enquadram nessa área.
- Isso ocorre porque pode ser caro ou demorado rotular todos os dados, pois pode exigir acesso aos especialistas do domínio. Considerando que dados não rotulados são baratos e fáceis de coletar e armazenar.

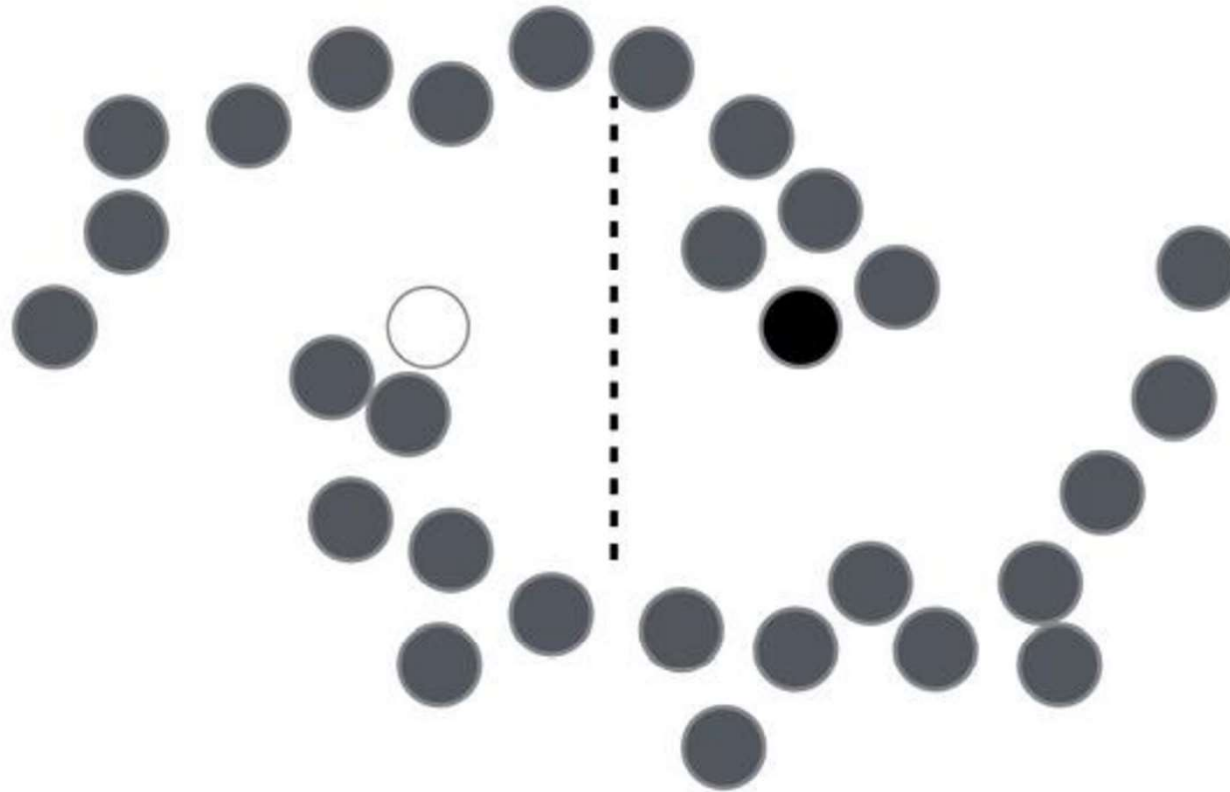
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem semi supervisionada:

- Você pode usar técnicas de aprendizado não supervisionadas para descobrir e aprender a estrutura nas variáveis de entrada.
- É possível usar técnicas de aprendizado supervisionadas para fazer previsões melhores dos dados não rotulados, alimentar esses dados de volta para o algoritmo de aprendizado supervisionado como dados de treinamento e usar o modelo para fazer previsões sobre novos dados não vistos.

Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem semi supervisionada:



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem por reforço:

- Como um agente aprende a escolher ações apenas interagindo com o ambiente?
 - Muitas vezes, é impraticável o uso de aprendizagem supervisionada.
- Como obter exemplos do comportamento correto e representativo para qualquer situação?
 - E se o agente for atuar em um ambiente desconhecido?
- Exemplos:
 - Criança adquirindo coordenação motora.
 - Robô interagindo com um ambiente para atingir objetivo(s).
 - Novo na cidade ou empresa.

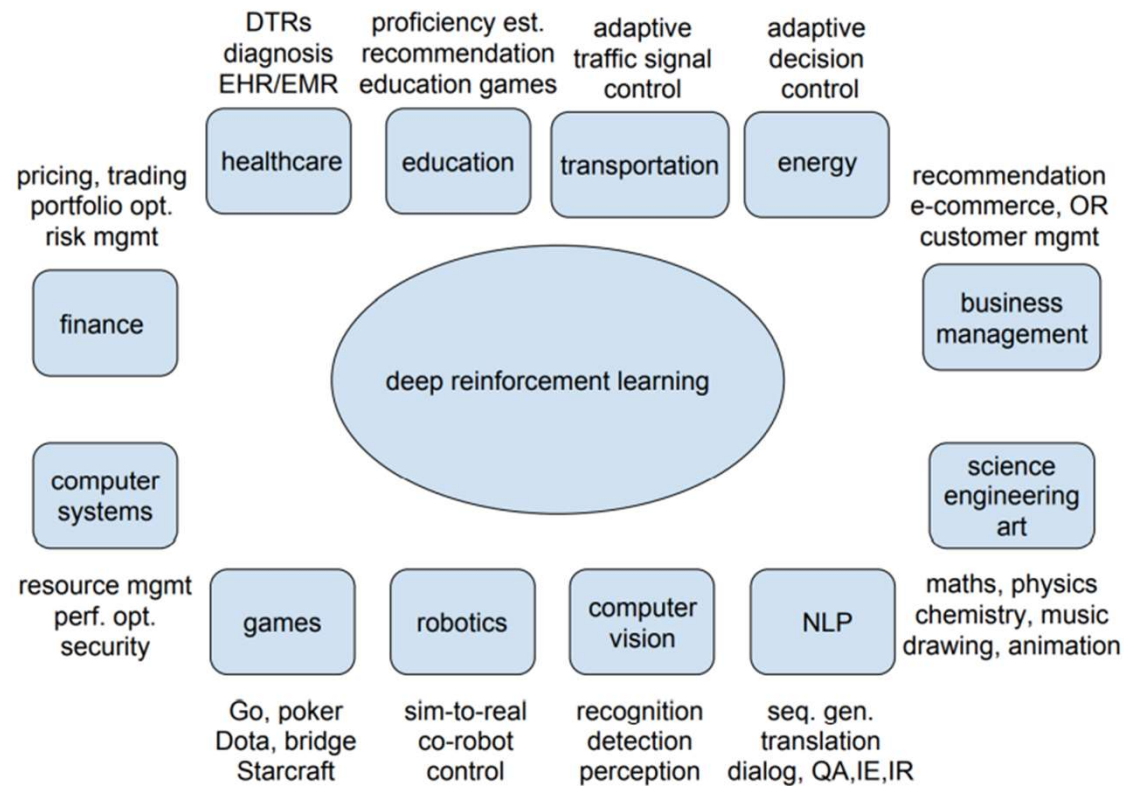
Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem por reforço:



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

Aprendizagem por reforço:



Fundamentos de Aprendizagem de Máquina

E agora?

Comentários