

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DAVID REKSIDLER JÚNIOR

MEMORIAL DE PROJETOS: AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

CURITIBA

2025

DAVID REKSIDLER JÚNIOR

MEMORIAL DE PROJETOS: AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

Memorial de Projetos apresentado ao curso de Especialização em Inteligência Artificial Aplicada, Setor de Educação Profissional e Tecnológica, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Inteligência Artificial Aplicada.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rafaela Mantovani Fontana

CURITIBA

2025

**DEIXAR ESTA PÁGINA EM BRANCO PARA COLOCAR A IMAGEM DO TERMO DE APROVAÇÃO ASSINADO QUE SERÁ FORNECIDO APÓS A AVALIAÇÃO DO MEMORIAL.**

## **AGRADECIMENTOS**

AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

*“Even his most cogent moments were tinged with delusion. On the other hand,  
his most delirious dreams touched on deep realities.”*  
*(Mad Merlin - J. Robert King)*

## RESUMO

AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

**Palavras-chaves:** A; B;C.

## ABSTRACT

BBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBB

**Key-words:** D; E; F.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Rotas Lugoj-Bucharest . . . . .	12
FIGURA 2 – Distâncias em linha reta para a cidade de Bucharest . . . . .	12
FIGURA 3 – Rede Neural Artificial exercício 4 . . . . .	13
FIGURA 4 – Árvore final . . . . .	17
FIGURA 5 – Tangente Hiperbólica . . . . .	18



## SUMÁRIO

1	PARECER TÉCNICO . . . . .	9
	REFERÊNCIAS . . . . .	10
	APÊNDICE 1 – INTRODUÇÃO À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL . .	11
	APÊNDICE 2 – LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO APLICADA . .	20
	APÊNDICE 3 – LINGUAGEM R . . . . .	23

## 1 PARECER TÉCNICO

aaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaa ABNTeX2 (2013)

## REFERÊNCIAS

ABNTEX2. **Modelo Canônico de Trabalho Acadêmico com abnTeX2**. [S. l.], 2013. Disponível em: <http://abntex2.googlecode.com/>. Citado 1 vez na página 9.

MIT. **How ChatGPT Works: A Non-Technical Primer**. [S. l.: s. n.], 2023. <https://mitsloanedtech.mit.edu/ai/basics/how-chatgpt-works-a-non-technical-primer/>. Accessed: 25/02/2024. Citado 1 vez na página 15.

OPENAI. **What is ChatGPT?** [S. l.: s. n.], 2024. <https://help.openai.com/en/articles/6783457-what-is-chatgpt>. Accessed: 25/02/2024. Citado 1 vez na página 15.

RUBY, M. **How ChatGPT Works: The Model Behind The Bot**. [S. l.: s. n.], 2023. <https://towardsdatascience.com/how-chatgpt-works-the-models-behind-the-bot-1ce5fca96286>. Accessed: 25/02/2024. Citado 1 vez na página 15.

## APÊNDICE 1 – INTRODUÇÃO À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

### A - ENUNCIADO

#### 1 ChatGPT

- a) **(6,25 pontos)** Pergunte ao ChatGPT o que é Inteligência Artificial e cole aqui o resultado.
- b) **(6,25 pontos)** Dada essa resposta do ChatGPT, classifique usando as 4 abordagens vistas em sala. Explique o porquê.
- c) **(6,25 pontos)** Pesquise sobre o funcionamento do ChatGPT (sem perguntar ao próprio ChatGPT) e escreva um texto contendo no máximo 5 parágrafos. Cite as referências.
- d) **(6,25 pontos)** Entendendo o que é o ChatGPT, classifique o próprio ChatGPT usando as 4 abordagens vistas em sala. Explique o porquê.

#### 2 Busca Heurística

Realize uma busca utilizando o algoritmo A\* para encontrar o melhor caminho para chegar a **Bucharest** partindo de **Lugoj**. Construa a árvore de busca criada pela execução do algoritmo apresentando os valores de  $f(n)$ ,  $g(n)$  e  $h(n)$  para cada nó. Utilize a heurística de distância em linha reta, que pode ser observada na tabela abaixo.

Essa tarefa pode ser feita em uma ferramenta de desenho, ou até mesmo no papel, desde que seja digitalizada (foto) e convertida para PDF.

- a) **(25 pontos)** Apresente a árvore final, contendo os valores, da mesma forma que foi apresentado na disciplina e nas práticas. Use o formato de árvore, não será permitido um formato em blocos, planilha, ou qualquer outra representação.

**NÃO É NECESSÁRIO IMPLEMENTAR O ALGORITMO.**

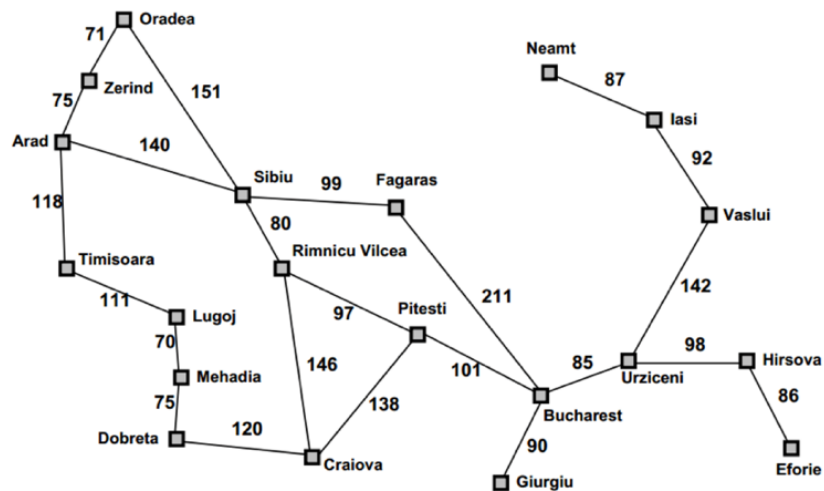


FIGURA 1 – Rotas Lugo-Bucharest

Arad	366	Mehadia	241
Bucarest	0	Neamt	234
Craiova	160	Oradea	380
Drobeta	242	Pitesti	100
Eforie	161	Rimnicu Vilcea	193
Fagaras	176	Sibiu	253
Giurgiu	77	Timisoara	329
Hirsova	151	Urziceni	80
Iasi	226	Vaslui	199
Lugoj	244	Zerind	374

FIGURA 2 – Distâncias em linha reta para a cidade de Bucharest

### 3 Lógica

Verificar se o argumento lógico é válido.

*Se as uvas caem, então a raposa as come*

*Se a raposa as come, então estão maduras*

*As uvas estão verdes ou caem*

*Logo*

*A raposa come as uvas se e somente se as uvas caem*

Deve ser apresentada uma prova, no mesmo formato mostrado nos conteúdos de aula e nas práticas.

#### Dicas:

1. Transformar as afirmações para lógica:

$p$ : as uvas caem

$q$ : a raposa come as uvas

$r$ : as uvas estão maduras

2. Transformar as três primeiras sentenças para formar a base de conhecimento

$$R1: p \rightarrow q$$

$$R2: q \rightarrow r$$

$$R3: \neg r \vee p$$

3. Aplicar equivalências e regras de inferência para se obter o resultado esperado. Isto é, com essas três primeiras sentenças devemos derivar  $q \leftrightarrow p$ . Cuidado com a ordem em que as fórmulas são geradas.

**Equivalência Implicação:**  $(\alpha \rightarrow \beta)$  equivale a  $(\neg\alpha \vee \beta)$

**Silogismo Hipotético:**  $\alpha \rightarrow \beta, \beta \rightarrow \gamma \vdash \alpha \rightarrow \gamma$

**Conjunção:**  $\alpha, \beta \vdash \alpha \wedge \beta$

**Equivalência Bicondicional:**  $(\alpha \leftrightarrow \beta)$  equivale a  $(\alpha \rightarrow \beta) \wedge (\beta \rightarrow \alpha)$

a) **(25 pontos)** Deve-se mostrar todos os passos e regras aplicadas, no mesmo formato apresentado nas aulas e nas práticas. As equivalências e regras necessárias estão descritas acima e no material.

#### 4 Redes Neurais Artificiais

Seja a RNA da figura abaixo.

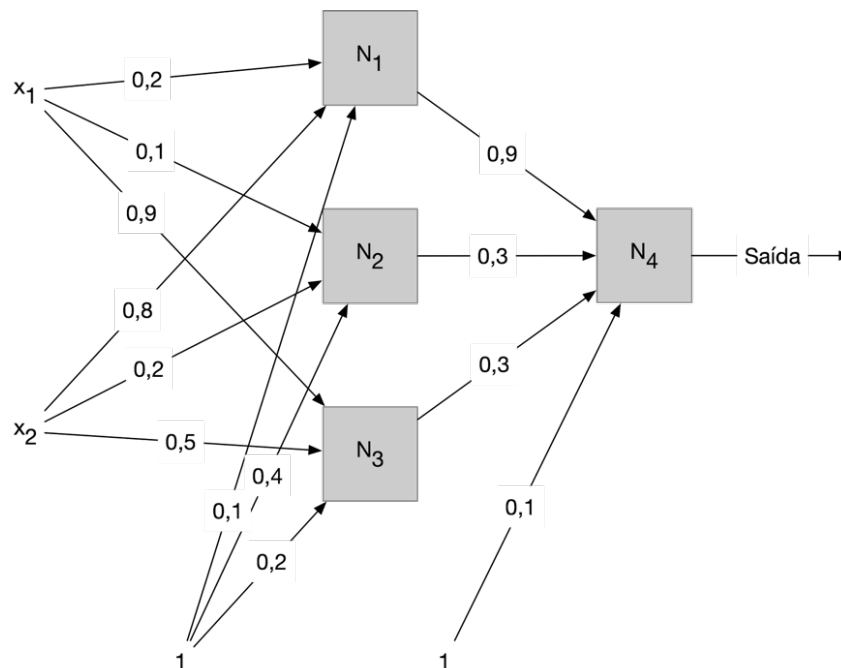


FIGURA 3 – Rede Neural Artificial exercício 4

Os neurônios  $N_1$ ,  $N_2$  e  $N_3$  possuem função de ativação linear. Já  $N_4$  possui função de ativação tangente hiperbólica (pesquise a fórmula e aplique).

Dada a entrada  $x_1 = -3$ ,  $x_2 = 1$ , dê:

- a) **(6,25 pontos)** Valor de saída do neurônio N1
- b) **(6,25 pontos)** Valor de saída do neurônio N2
- c) **(6,25 pontos)** Valor de saída do neurônio N3
- d) **(6,25 pontos)** Valor de saída da rede como um todo

## B - RESOLUÇÃO

### 1 ChatGPT

#### 1.1 Pergunte ao ChatGPT o que é Inteligência Artificial e cole aqui o resultado.

Inteligência Artificial (IA) refere-se à capacidade de um sistema ou programa de computador realizar tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana. Essas tarefas incluem raciocínio, aprendizado, percepção visual, reconhecimento de fala, compreensão de linguagem natural, tomada de decisões e resolução de problemas.

Os sistemas de IA são projetados para imitar certos aspectos da inteligência humana, utilizando algoritmos e modelos matemáticos para processar dados, aprender padrões e tomar decisões. Existem dois tipos principais de IA:

1. IA Fraca (ou Estreita): Refere-se a sistemas de IA especializados em tarefas específicas. Eles são limitados ao escopo de suas programações e não têm a capacidade de realizar tarefas além do que foram projetados para fazer. Exemplos incluem reconhecimento de voz, chatbots e carros autônomos.
2. IA Forte (ou Geral): Envolve sistemas que têm a capacidade de realizar qualquer tarefa cognitiva que um ser humano pode fazer. Este nível de IA ainda não foi totalmente alcançado e é um campo de pesquisa em desenvolvimento.

Algoritmos de aprendizado de máquina (Machine Learning) são frequentemente usados na implementação de sistemas de IA. Eles permitem que a IA melhore seu desempenho em uma tarefa específica à medida que é exposta a mais dados, sem ser explicitamente programada.

A Inteligência Artificial tem aplicações em uma variedade de setores, como medicina, finanças, automação industrial, reconhecimento de padrões, entretenimento e muito mais. É uma área de rápido avanço e continua a desempenhar um papel significativo na transformação de várias indústrias.

## **1.2 Dada essa resposta do ChatGPT, classifique usando as 4 abordagens vistas em sala. Explique o porquê.**

A definição dada pelo ChatGPT menciona que sistemas de Inteligência Artificial são projetados para "imitar certos aspectos da inteligência humana", o que parece se assemelhar mais à definição de Pensar como Humanos ou Agir como Humanos.

## **1.3 Pesquise sobre o funcionamento do ChatGPT (sem perguntar ao próprio ChatGPT) e escreva um texto contendo no máximo 5 parágrafos. Cite as referências.**

O ChatGPT pode ser entendido como uma extrapolação de uma classe de modelos de aprendizagem de máquina chamados Large Language Models (LLMs), que são modelos de Processamento de Linguagem Natural. Esse tipo de modelo consegue processar grandes quantidades de texto e inferir relações entre palavras dentro do texto. A capacidade dos LLMs cresce conforme aumenta o tamanho e variedade de parâmetros da base de dados.(Ruby, 2023)

Segundo o que é disponibilizado pelo OpenAI(OpenAI, 2024), ele é baseado na arquitetura GPT (Generative Pre-trained Transformer), um modelo Transformer, que é uma rede neural capaz de aprender o contexto dado e gerar um novo texto a partir disso. A rede foi otimizada para usar um método de treinamento chamado Reinforcement Learning with Human Feedback (RLHF), que usa demonstrações humanas para guiar seu comportamento, de forma a alcançar o desejável.

Segundo Rama Ramakrishnan, professor do MIT, (MIT, 2023), o modelo precedente, GPT-3, foi treinado com cerca de 30 bilhões de frases retiradas de livros e da internet, para uma única tarefa: prever a palavra seguinte em uma frase, dadas as palavras usadas anteriormente. Ele calcula uma tabela de probabilidades para possíveis palavras a serem usadas e usa a que tem a melhor probabilidade, quase como um sistema de *autocomplete*. Para formar frases completas, a cada palavra escolhida, ele adiciona ela à frase e refaz o processo de cálculo das probabilidades para escolher a próxima palavra. Já a versão 3.5 foi treinada para seguir instruções dadas por humanos, utilizando uma base de dados contendo pares de exemplos de instruções e respostas de alta qualidade para tais instruções. O modelo treinado a partir dessa base de dados foi então utilizado para gerar múltiplas respostas para cada uma das instruções e essas respostas foram categorizadas por humanos de mais útil a menos útil. A partir desses novos dados, foi possível treinar um "modelo de recompensa", que avalia a qualidade das respostas geradas pelo GPT-3.5 e retorna uma "nota"de avaliação para o GPT-3.5, assim ele passa por um *fine tuning* para melhorar suas respostas com *reinforcement learning*. Na transição do GPT-3.5 para o ChatGPT foi usado um processo similar, mas desta vez utilizando conversas inteiras para o treinamento.



Ele é treinado usando textos escritos por humanos, incluindo conversações, de forma a conseguir imitar o estilo de comunicação humano). Assim, de acordo com os dados utilizados para treinamento, ele pode, inclusive, produzir textos com conteúdo enviesado.

#### **1.4 Entendendo o que é o ChatGPT, classifique o próprio ChatGPT usando as 4 abordagens vistas em sala. Explique o porquê.**

De acordo com o comportamento, que se baseia em aprender e imitar como humanos se comunicam, ele parece se encaixar na definição da abordagem Agir como Humanos. Essa conclusão pode ser atingida considerando-se que o ChatGPT encontra padrões nos textos, que são dados produzidos (majoritariamente) por humanos, e com isso aprende contextos, mas não é totalmente consciente sobre o seu conteúdo, e não usa um processo cognitivo, apenas os sintetiza conforme foram fornecidos a ele. Como exemplo, se o ChatGPT fosse treinado com textos com um viés racista, ele poderia reproduzir textos racistas, já que não tem a capacidade de ponderar se racismo é correto ou não de um ponto de vista racional, ou seja, ele não toma decisões racionais baseadas no contexto que é apresentado a ele, apenas busca imitar a forma como humanos se comunicam.

## **2 Busca Heurística**

**2.1 Apresente a árvore final, contendo os valores, da mesma forma que foi apresentado na disciplina e nas práticas. Use o formato de árvore, não será permitido um formato em blocos, planilha, ou qualquer outra representação.**

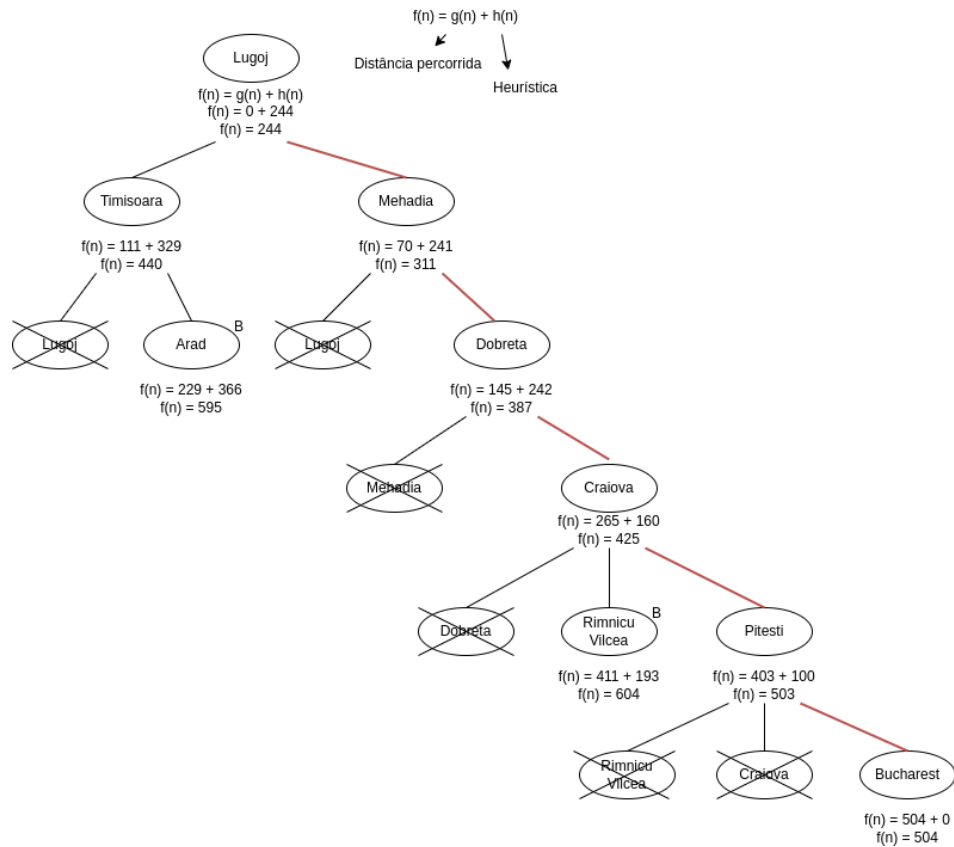


FIGURA 4 – Árvore final

$Lugoj \Rightarrow Mehadia \Rightarrow Dobreta \Rightarrow Craiova \Rightarrow Pitesti \Rightarrow Bucharest = 504$

### 3 Lógica

*Se as uvas caem, então a raposa as come*

*Se a raposa as come, então estão maduras*

*As uvas estão verdes ou caem*

*Logo*

*A raposa come as uvas se e somente se as uvas caem*

$p$ : as uvas caem

$q$ : a raposa come as uvas

$r$ : as uvas estão maduras

$R1 : p \Rightarrow q$

$R2 : q \Rightarrow r$

$R3 : \neg r \vee p$

objetivo:

$q \Leftrightarrow p$

**3.1 Deve-se mostrar todos os passos e regras aplicadas, no mesmo formato apresentado nas aulas e nas práticas.**

$$R1 : p \Rightarrow q$$

$$R2 : q \Rightarrow r$$

$$R3 : \neg r \vee p$$

$$R4 : r \Rightarrow p$$

Equivalência Implicação, R3

$$R5 : q \Rightarrow p$$

SH, R2, R4

$$R6 : p \Rightarrow q \wedge q \Rightarrow p$$

CONJ, R1, R5

$$R7 : q \Leftrightarrow p$$

BICOND, R6

#### 4 Redes Neurais Artificiais

$$x1=-3, x2=1$$

N1, N2, N3: função de ativação linear (mantém o valor)

N4: função de ativação tangente (produz valores no intervalo  $[-1,1]$ )

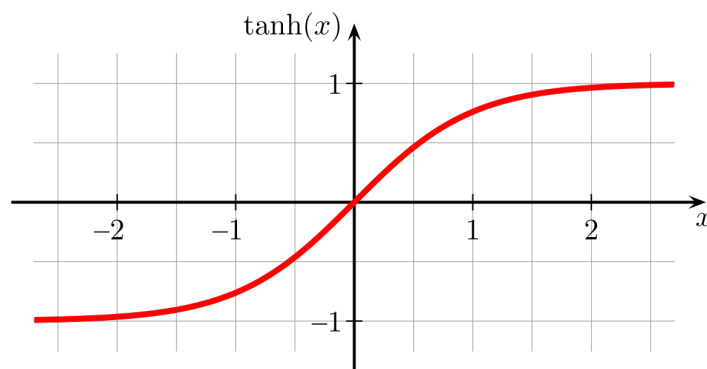


FIGURA 5 – Tangente Hiperbólica

##### 4.1 Valor de saída do neurônio N1

$$(-3) \times 0.2 + 1 \times 0.8 + 1 \times 0.1 = 0.3$$

##### 4.2 Valor de saída do neurônio N2

$$(-3) \times 0.1 + 1 \times 0.2 + 1 \times 0.4 = 0.3$$

**4.3 Valor de saída do neurônio N3**

$$(-3) \times 0.9 + 1 \times 0.5 + 1 \times 0.2 = -2$$

**4.4 Valor de saída da rede como um todo**

$$\tanh(0.3 \times 0.9 + 0.3 \times 0.3 + (-2) \times 0.3 + 1 \times 0.1) = \tanh(0.27 + 0.09 - 0.6 + 0.1) = -0.13909 \approx -0.14$$

## APÊNDICE 2 – LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO APLICADA

### A - ENUNCIADO

**Nome da base de dados do exercício:** *precos\_carros\_brasil.csv*

**Informações sobre a base de dados:**

Dados dos preços médios dos carros brasileiros, das mais diversas marcas, no ano de 2021, de acordo com dados extraídos da tabela FIPE (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas). A base original foi extraída do site Kaggle ([Acesse aqui a base original](#)). A mesma foi adaptada para ser utilizada no presente exercício.

Observação: As variáveis *fuel*, *gear* e *engine\_size* foram extraídas dos valores da coluna *model*, pois na base de dados original não há coluna dedicada a esses valores. Como alguns valores do modelo não contêm as informações do tamanho do motor, este conjunto de dados não contém todos os dados originais da tabela FIPE.

**Metadados:**

Nome do campo	Descrição
year_of_reference	O preço médio corresponde a um mês do ano de referência
month_of_reference	O preço médio corresponde a um mês específico, pois a FIPE atualiza mensalmente
fipe_code	Código único da FIPE
authentication	Código único de autenticação para consulta FIPE
brand	Marca do carro
model	Modelo do carro
fuel	Tipo de combustível
gear	Tipo de engrenagem
engine_size	Tamanho do motor em centímetros cúbicos
year_model	Ano do modelo (pode ser diferente do ano de fabricação)
avg_price	Preço médio do carro em reais

**Atenção:** ao fazer o download da base de dados, selecione o formato *.csv*. É o formato que será considerado correto na resolução do exercício.

## 1 Análise Exploratória dos dados

A partir da base de dados **precos\_carros\_brasil.csv**, execute as seguintes tarefas:

- a. Carregue a base de dados **media\_precos\_carros\_brasil.csv**
- b. Verifique se há valores faltantes nos dados. Caso haja, escolha uma tratativa para resolver o problema de valores faltantes
- c. Verifique se há dados duplicados nos dados
- d. Crie duas categorias, para separar colunas numéricas e categóricas. Imprima o resumo de informações das variáveis numéricas e categóricas (estatística descritiva dos dados)
- e. Imprima a contagem de valores por modelo (model) e marca do carro (brand)
- f. Dê um breve explicação (máximo de quatro linhas) sobre os principais resultados encontrados na Análise Exploratória dos dados

## 2 Visualização dos dados

A partir da base de dados **precos\_carros\_brasil.csv**, execute as seguintes tarefas:

- a. Gere um gráfico da distribuição da quantidade de carros por marca
- b. Gere um gráfico da distribuição da quantidade de carros por tipo de engrenagem do carro
- c. Gere um gráfico da evolução da média de preço dos carros ao longo dos meses de 2022 (variável de tempo no eixo X)
- d. Gere um gráfico da distribuição da média de preço dos carros por marca e tipo de engrenagem
- e. Dê uma breve explicação (máximo de quatro linhas) sobre os resultados gerados no item d
- f. Gere um gráfico da distribuição da média de preço dos carros por marca e tipo de combustível
- g. Dê uma breve explicação (máximo de quatro linhas) sobre os resultados gerados no item f

### 3 Aplicação de modelos de machine learning para prever o preço médio dos carros

A partir da base de dados **precos\_carros\_brasil.csv**, execute as seguintes tarefas:

- a. Escolha as variáveis **numéricas** (modelos de Regressão) para serem as variáveis independentes do modelo. A variável target é **avg\_price**. **Observação:** caso julgue necessário, faça a transformação de variáveis categóricas em variáveis numéricas para inputar no modelo. Indique **quais variáveis** foram transformadas e **como** foram transformadas
- b. Crie partições contendo 75% dos dados para treino e 25% para teste
- c. Treine modelos RandomForest (biblioteca RandomForestRegressor) e XGBoost (biblioteca XGBRegressor) para predição dos preços dos carros. **Observação:** caso julgue necessário, mude os parâmetros dos modelos e rode novos modelos. Indique quais parâmetros foram inputados e indique o treinamento de cada modelo
- d. Grave os valores preditos em variáveis criadas
- e. Realize a análise de importância das variáveis para estimar a variável target, **para cada modelo treinado**
- f. Dê uma breve explicação (máximo de quatro linhas) sobre os resultados encontrados na análise de importância de variáveis
- g. Escolha o melhor modelo com base nas métricas de avaliação MSE, MAE e  $R^2$
- h. Dê uma breve explicação (máximo de quatro linhas) sobre qual modelo gerou o melhor resultado e a métrica de avaliação utilizada

### B - RESOLUÇÃO

Sed mattis, erat sit amet gravida malesuada, elit augue egestas diam, tempus scelerisque nunc nisl vitae libero. Sed consequat feugiat massa. Nunc porta, eros in eleifend varius, erat leo rutrum dui, non convallis lectus orci ut nibh. Sed lorem massa, nonummy quis, egestas id, condimentum at, nisl. Maecenas at nibh. Aliquam et augue at nunc pellentesque ullamcorper. Duis nisl nibh, laoreet suscipit, convallis ut, rutrum id, enim. Phasellus odio. Nulla nulla elit, molestie non, scelerisque at, vestibulum eu, nulla. Ut odio nisl, facilisis id, mollis et, scelerisque nec, enim. Aenean sem leo, pellentesque sit amet, scelerisque sit amet, vehicula pellentesque, sapien.

## APÊNDICE 3 – LINGUAGEM R

### A - ENUNCIADO

#### 1 Pesquisa com Dados de Satélite (Satellite)

O banco de dados consiste nos valores multiespectrais de pixels em vizinhanças 3x3 em uma imagem de satélite, e na classificação associada ao pixel central em cada vizinhança. O objetivo é prever esta classificação, dados os valores multiespectrais.

Um quadro de imagens do Satélite Landsat com MSS (*Multispectral Scanner System*) consiste em quatro imagens digitais da mesma cena em diferentes bandas espectrais. Duas delas estão na região visível (correspondendo aproximadamente às regiões verde e vermelha do espectro visível) e duas no infravermelho (próximo). Cada pixel é uma palavra binária de 8 bits, com 0 correspondendo a preto e 255 a branco. A resolução espacial de um pixel é de cerca de 80m x 80m. Cada imagem contém 2340 x 3380 desses pixels. O banco de dados é uma subárea (minúscula) de uma cena, consistindo de 82 x 100 pixels. Cada linha de dados corresponde a uma vizinhança quadrada de pixels 3x3 completamente contida dentro da subárea 82x100. Cada linha contém os valores de pixel nas quatro bandas espectrais (convertidas em ASCII) de cada um dos 9 pixels na vizinhança de 3x3 e um número indicando o rótulo de classificação do pixel central.

As classes são: solo vermelho, colheita de algodão, solo cinza, solo cinza úmido, restolho de vegetação, solo cinza muito úmido.

Os dados estão em ordem aleatória e certas linhas de dados foram removidas, portanto você não pode reconstruir a imagem original desse conjunto de dados. Em cada linha de dados, os quatro valores espectrais para o pixel superior esquerdo são dados primeiro, seguidos pelos quatro valores espectrais para o pixel superior central e, em seguida, para o pixel superior direito, e assim por diante, com os pixels lidos em sequência, da esquerda para a direita e de cima para baixo. Assim, os quatro valores espectrais para o pixel central são dados pelos atributos 17, 18, 19 e 20. Se você quiser, pode usar apenas esses quatro atributos, ignorando os outros. Isso evita o problema que surge quando uma vizinhança 3x3 atravessa um limite.

O banco de dados se encontra no pacote **mlbench** e é completo (não possui dados faltantes).



Tarefas:

1. Carregue a base de dados Satellite
2. Crie partições contendo 80% para treino e 20% para teste
3. Treine modelos RandomForest, SVM e RNA para predição destes dados.
4. Escolha o melhor modelo com base em suas matrizes de confusão.
5. Indique qual modelo dá o melhor o resultado e a métrica utilizada

## 2 Estimativa de Volumes de Árvores

Modelos de aprendizado de máquina são bastante usados na área da engenharia florestal (mensuração florestal) para, por exemplo, estimar o volume de madeira de árvores sem ser necessário abatê-las.

O processo é feito pela coleta de dados (dados observados) através do abate de algumas árvores, onde sua altura, diâmetro na altura do peito (dap), etc, são medidos de forma exata. Com estes dados, treina-se um modelo de AM que pode estimar o volume de outras árvores da população.

Os modelos, chamados alométricos, são usados na área há muitos anos e são baseados em regressão (linear ou não) para encontrar uma equação que descreve os dados. Por exemplo, o modelo de Spurr é dado por:

$$\text{Volume} = b_0 + b_1 * \text{dap}^2 * H_t$$

Onde dap é o diâmetro na altura do peito (1,3metros), H<sub>t</sub> é a altura total. Tem-se vários modelos alométricos, cada um com uma determinada característica, parâmetros, etc. Um modelo de regressão envolve aplicar os dados observados e encontrar b<sub>0</sub> e b<sub>1</sub> no modelo apresentado, gerando assim uma equação que pode ser usada para prever o volume de outras árvores.

Dado o arquivo **Volumes.csv**, que contém os dados de observação, escolha um modelo de aprendizado de máquina com a melhor estimativa, a partir da estatística de correlação.

Tarefas

1. Carregar o arquivo Volumes.csv (<http://www.razer.net.br/datasets/Volumes.csv>)
2. Eliminar a coluna NR, que só apresenta um número sequencial
3. Criar partição de dados: treinamento 80%, teste 20%

4. Usando o pacote "caret", treinar os modelos: Random Forest (rf), SVM (svmRadial), Redes Neurais (neuralnet) e o modelo alométrico de SPURR

- O modelo alométrico é dado por:  $\text{Volume} = b_0 + b_1 \cdot \text{dap}^2 \cdot H_t$

**alom <- nls(VOL ~ b0 + b1\*DAP\*DAP\*HT, dados, start=list(b0=0.5, b1=0.5))**

5. Efetue as predições nos dados de teste
6. Crie suas próprias funções (UDF) e calcule as seguintes métricas entre a predição e os dados observados

**Coefficiente de determinação:  $R^2$**

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

onde  $y_i$  é o valor observado,  $\hat{y}_i$  é o valor predito e  $\bar{y}$  é a média dos valores  $y_i$  observados. Quanto mais perto de 1 melhor é o modelo;

- Erro padrão da estimativa:  $S_{yx}$

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}}$$

esta métrica indica erro, portanto quanto mais perto de 0 melhor é o modelo;

- $S_{yx}\%$

$$S_{yx} \% = \frac{S_{yx}}{\bar{y}} * 100$$

esta métrica indica porcentagem de erro, portanto quanto mais perto de 0 melhor é o modelo;

7. Escolha o melhor modelo.

## **B - RESOLUÇÃO**

Sed mattis, erat sit amet gravida malesuada, elit augue egestas diam, tempus scelerisque nunc nisl vitae libero. Sed consequat feugiat massa. Nunc porta, eros in eleifend varius, erat leo rutrum dui, non convallis lectus orci ut nibh. Sed lorem massa, nonummy quis, egestas id, condimentum at, nisl. Maecenas at nibh. Aliquam et augue at nunc pellentesque ullamcorper. Duis nisl nibh, laoreet suscipit, convallis ut, rutrum id, enim. Phasellus odio. Nulla nulla elit, molestie non, scelerisque at, vestibulum eu, nulla. Ut odio nisl, facilisis id, mollis et, scelerisque nec, enim. Aenean sem leo, pellentesque sit amet, scelerisque sit amet, vehicula pellentesque, sapien.