

# Apresentação da Disciplina e Introdução à mineração de dados

ESTAT0109 – Mineração de Dados em Estatística

Prof. Dr. Sadraque E. F. Lucena

sadraquelucena@academico.ufs.br

<http://sadraquelucena.github.io/inferencia1>

# Canais de Comunicação e Materiais da Disciplina

- Site: <http://sadraquelucena.github.io/mineracao>
- Grupo no WhatsApp: <http://tiny.cc/wppmineracao>



# Informações da disciplina

- **Componente curricular:** ESTAT0109 – Mineração de Dados em Estatística
- **Tipo:** Disciplina optativa
- **Carga horária:** 60 horas (4 créditos)
- **Horário:**
  - Terças - 19h00 às 20h30
  - Quintas - 20h45 às 22h15
- **Docente:** Prof. Dr. Sadraque E. F. Lucena

# Objetivo da Disciplina

Capacitar os(as) alunos(as) a aplicar técnicas estatísticas e computacionais para extrair padrões e conhecimentos úteis a partir de conjuntos de dados.

# Ementa

- Análise estatística em grandes bancos de dados.
- Tratamento de dados para processos de Data Mining.
- Principais funcionalidades, técnicas e algoritmos.
- Análise de associações.
- Classificação de dados.
- Árvores de decisão.
- Regressão Logística.
- Redes Neurais.
- Segmentação e Análise de Cluster.
- Estudo de casos.

# Conteúdo Programático

## Parte 1: Fundamentos

1.1. Fundamentos da Mineração de Dados

1.2. Pré-processamento de dados

1.2.1. Exploração

1.2.2. Limpeza

1.2.3. Transformação

1.2.3. Redução

## Parte 2: Aprendizado Não Supervisionado

2.1. Regras de Associação

2.2.  $k$ -means

# Conteúdo Programático

## Parte 3: Aprendizado Supervisionado

### 3.1. Regressão

#### 3.1.1. Regressão linear

#### 3.1.2. Regressão logística

### 3.2. $k$ -Nearest Neighbors

### 3.3. Naive Bayes

### 3.4. Árvores de Decisão

### 3.5. Florestas aleatórias

### 3.6. Support Vector Machine

# Conteúdo Programático

## Parte 3: Aprendizado Supervisionado (continuação)

### 3.7. Avaliação de desempenho

3.7.1. Validação Cruzada

3.7.2. Amostragem bootstrap

3.7.3. Acurácia

3.7.4. Kappa

3.7.5. Precisão e revocação

3.7.6. Sensibilidade e especificidade

### 3.8. Ajuste de parâmetros

### 3.9. Métodos de conjunto (ensemble methods)

3.9.1. Bagging

3.9.2. Boosting

3.9.3. Stacking



# Avaliação

A avaliação do aprendizado será realizada por meio de um portfólio de projetos práticos, composto por:

- **Mini-Projetos:** Estudos de casos práticos ao longo do semestre, com relatórios curtos descrevendo a preparação dos dados, aplicação dos algoritmos e interpretação dos resultados.
- **Projeto Final Integrador:** Relatório final consolidando as análises, com comparação crítica entre modelos, avaliação de desempenho e recomendação do modelo mais adequado ao problema.

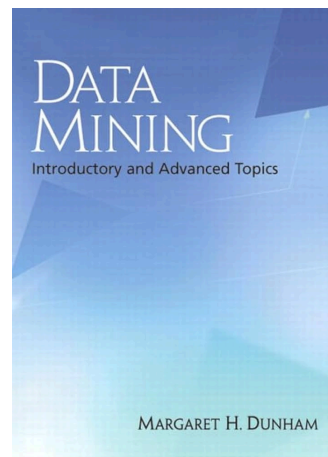
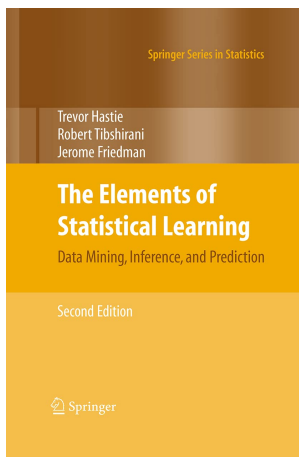
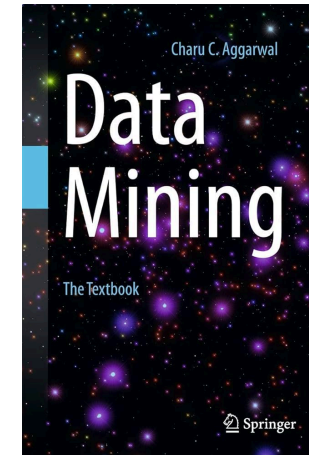
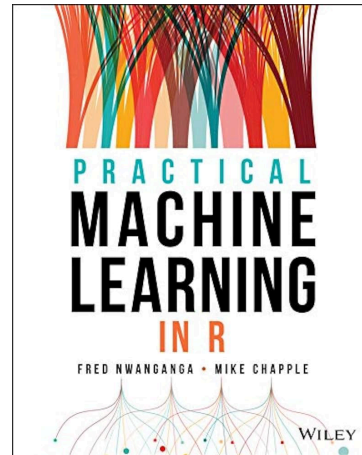
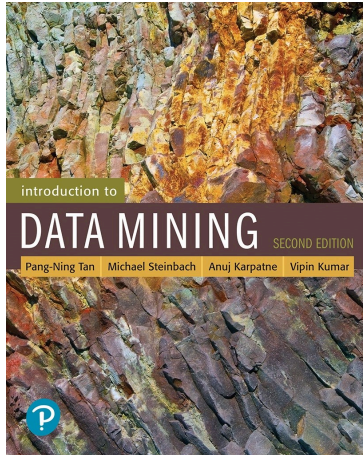
# Datas Importantes

## ! Não haverá aula:

- 20/Nov/25: Dia Nacional de Zumbi e da Consciência Negra (feriado nacional)
- 25 e 27/Nov/25: XI SEMAC
- 22 a 31/12/2025: Recesso de final de ano
- 01/01/2026: Confraternização Universal (feriado nacional) e Aniversário de São Cristóvão (feriado municipal)
- 02 a 10/01/2026: Férias coletivas para docentes

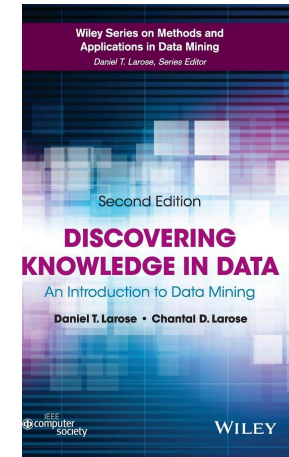
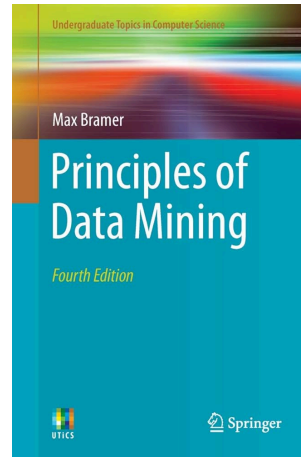
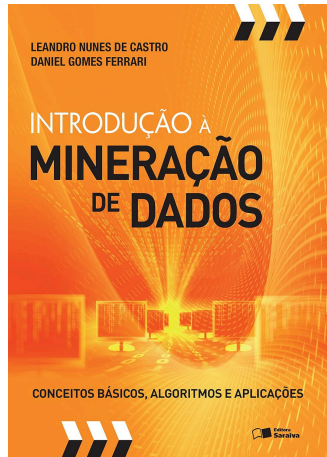
# Bibliografia Recomendada

## Básica



# Bibliografia Recomendada

## Complementar



# Ferramentas



# Mineração de Dados e o Processo de Descoberta de Conhecimento (KDD)

# O que é Mineração de Dados?

- **Mineração Tradicional:** processo de mineração tradicional, que busca extrair materiais valiosos (ouro, pedras preciosas) de uma mina.
- **Mineração de Dados:**
  - A Mina → A Base de Dados
  - As Ferramentas → Os Algoritmos
  - Os Minerais Preciosos → O Conhecimento

# A Hierarquia de Valor: Dados, Informação e Conhecimento

- Para que a Mineração de Dados faça sentido, precisamos entender como o valor é agregado em cada nível.
  - **Dados:** Nível base. São símbolos ou signos brutos, não estruturados e sem significado isolado (Ex: o valor “28”).
  - **Informação:** Dados com significado e utilidade. Contexto é adicionado (Ex: “A temperatura do ar é 28°C”).
  - **Conhecimento:** É a compreensão obtida a partir da informação, permitindo a tomada de decisão e a agregação de valor. (Ex: “Saber que fará 28°C em Aracaju no fim de semana pode influenciar a decisão de ir à praia”).



# Exemplos

- Casos em que a mineração de dados geralmente agrega valor:
  - Descobrir anomalias em registros de sistema e aplicativos que podem indicar um incidente de cibersegurança;
  - Prever as vendas de produtos com base nas condições de mercado e ambientais;
  - Recomendar o próximo filme que um cliente pode querer assistir com base em sua atividade passada e nas preferências de clientes semelhantes;
  - Definir os preços dos quartos de hotel com bastante antecedência com base na demanda prevista.

# KDD

A mineração de dados é uma etapa fundamental de um processo mais abrangente conhecido pela sigla KDD.

- **KDD (Knowledge Discovery in Databases | Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados):** Processo completo e abrangente de extrair conhecimento útil de dados.
  - Envolve desde a coleta e limpeza dos dados até a validação final dos padrões encontrados.
  - Suas etapas incluem: seleção, integração, limpeza, transformação, mineração e avaliação.
- **Mineração de Dados:** Etapa fundamental no processo KDD.
  - Aplicação de algoritmos (computacionais e estatísticos) para identificar padrões nos dados já preparados.

# Processo KDD: Visão Geral

O processo KDD consiste em quatro etapas:

1. **Base de Dados:** Ponto de partida. É uma coleção organizada de dados brutos sobre um conjunto de itens.
  2. **Preparação ou Pré-processamento:** A etapa de preparação e limpeza dos dados para garantir a qualidade da análise.
  3. **Mineração de Dados:** A fase de “escavação”, onde algoritmos são aplicados para buscar padrões e extrair conhecimento.
  4. **Avaliação ou Validação do Conhecimento:** A fase final, que filtra e valida se os padrões encontrados são realmente úteis e valiosos.
- Muitas vezes, após a avaliação (etapa 4), é preciso retornar a etapas anteriores para refinar a análise.

# A Etapa Mais Crítica: Pré-processamento

Esta etapa visa preparar os dados para uma análise eficiente:

- **Limpeza:** Tratamento de dados inconsistentes ou faltantes (*missing values*).
- **Integração:** Combinação de dados de múltiplas fontes (planilhas, bancos de dados diferentes).
- **Seleção:** Escolha dos dados e variáveis (atributos) mais relevantes (redução de dimensionalidade).
- **Transformação:** Consolidação dos dados em formatos apropriados para a mineração (ex: normalização, padronização, agregação).

# Mineração (Coração do Processo)

Nesta fase, algoritmos são aplicados aos dados já preparados para extrair padrões.

- **Agrupamento (Clusterização):** Divide os dados em grupos semelhantes entre si e distintos dos demais.
- **Predição:** Constrói modelos para prever valores futuros. Classificação prevê uma categoria, enquanto Estimação (ou Regressão) prevê um valor contínuo.
- **Regras de Associação:** Descobre atributos que ocorrem juntos com frequência, como no exemplo “quem compra pão também compra manteiga”.
- **Detecção de Anomalias:** Identifica registros fora do padrão, úteis para detectar fraudes ou defeitos.

# Avaliação e Validação do Conhecimento

Nem todo padrão encontrado por um algoritmo é útil. Esta etapa filtra os resultados para garantir que o conhecimento gerado seja valioso. As perguntas a serem respondidas incluem:

- O padrão é estatisticamente significativo ou ocorreu ao acaso?
- Ele é novo e surpreendente ou apenas confirma algo que já sabíamos?
- É compreensível para o especialista do domínio ou para quem toma decisão?
- Ele pode ser usado para embasar uma decisão que trará benefícios (aumento de receita, redução de custos, etc.)?
- O objetivo é separar o conhecimento útil de padrões irrelevantes.

# Mineração de Dados é Interdisciplinar

- **Estatística:** Fornece a base para modelagem, testes de hipóteses e validação.
- **Aprendizagem de Máquina e IA:** Oferece um vasto arsenal de algoritmos.
- **Ciência da Computação:** Lida com Bancos de Dados, eficiência de algoritmos e computação de alto desempenho.
- **Visualização de Dados:** Essencial para a interpretação e comunicação dos resultados.

# Principais Termos da Área

- A área de Mineração de Dados possui uma vasta quantidade de técnicas e algoritmos.
- Foi desenvolvida ao longo de décadas por diferentes grupos:
  - Pesquisadores acadêmicos
  - Empresas de tecnologia
  - Consultores
- Essa diversidade de origens e inspirações (da estatística à biologia) gerou diferentes nomenclaturas para contextos muitas vezes similares.
- É importante estarmos familiarizados com as nomenclaturas mais utilizadas.



# Inteligência Artificial (IA) Clássica

- **Definição:** A ciência e engenharia de criar máquinas inteligentes, especialmente programas de computador.
- **Inspiração Principal:** A inteligência humana (percepção, resolução de problemas, comunicação).
- **Abordagem Central:** Era simbólica e baseada em lógica.
  - Conhecimento era representado por símbolos e regras.
  - O sistema inteligente era construído codificando-se o conhecimento de um especialista.
- **Exemplo:** Sistemas Especialistas (*Expert Systems*).
  - Se tosse E febre E dor de cabeça, ENTÃO gripe.

# Inteligência Computacional

- **Origem:** Surgiu de uma discordância com a IA Clássica.
  - A IA Clássica teve dificuldade em cumprir promessas ambiciosas (robôs autônomos, etc.).
  - Novas abordagens, com formas de operação diferentes, precisavam de um novo nome.
- **Foco:** Técnicas não-simbólicas, muitas vezes inspiradas em fenômenos biológicos.
- **Pilares da Inteligência Computacional:**
  - Redes Neurais Artificiais
  - Sistemas Nebulosos (*Fuzzy Systems*)
  - Algoritmos Evolutivos

# Aprendizagem de Máquina

- **Definição:** Área que desenvolve programas capazes de melhorar seu desempenho automaticamente por meio da experiência.
- **Fonte da Experiência:** Dados.
- **Ideia Central:** Em vez de programar regras explícitas, o sistema aprende os padrões diretamente dos dados.
- **Relação:** Está intimamente ligada à Mineração de Dados, Estatística e Inteligência Artificial.
- **Foco Principal:** Extrair informação e conhecimento a partir de dados de forma automática.

# Aplicações no Mundo Real

- **Recomendação de Filmes e Produtos:** A Netflix aprende seus gostos (Aprendizagem de Máquina) para sugerir novos filmes.
- **Diagnóstico Médico por Imagem:** Sistemas analisam tomografias para identificar padrões de doenças, aprendendo com milhares de exames anteriores (Redes Neurais).
- **Detecção de Fraude em Cartão de Crédito:** O sistema aprende o padrão de gastos do cliente (Aprendizagem de Máquina) e sinaliza transações que fogem desse padrão.
- **Otimização de Rotas de Entrega:** Algoritmos inspirados em colônias de formigas (Computação Natural) encontram os caminhos mais eficientes.

# Como as Máquinas Aprendem?

- **Aprendizado Supervisionado:**

- O algoritmo treina com um conjunto de dados que já possui as respostas corretas (rótulos).
- **Exemplo:** Prever o preço de um imóvel usando uma base de dados com o preço de imóveis já vendidos.

- **Aprendizado Não Supervisionado:**

- O algoritmo recebe dados sem respostas ou rótulos.
- A tarefa é encontrar padrões, estruturas ou grupos ocultos nos dados.
- **Exemplo:** Agrupar clientes de um supermercado em segmentos com base em seus hábitos de compra.

# Computação Natural

- **Definição:** Um termo “guarda-chuva” para descrever técnicas que se relacionam com a natureza.
- **Inspiração:** Fenômenos naturais, que vão além da inteligência humana.
  - Exemplos: Evolução das espécies, sistema imunológico, comportamento de enxames (formigas, abelhas), construção de ninhos por cupins.
- **Abrangência:**
  - Métodos **inspirados na natureza** para resolver problemas.
    - Algoritmos Evolutivos, Inteligência de Enxame.
- Métodos que usam a natureza **para computar**. - Computação com moléculas (DNA), Computação Quântica.

# A Mesma Ideia, Nomes Diferentes

Muitos conceitos de Mineração de Dados e Aprendizagem de Máquina têm um equivalente direto na Estatística. A base matemática é frequentemente a mesma.

- **Instância** (*Instance*)
  - Observação ou Ponto Amostral
  - Uma unidade amostral ou indivíduo (equivale a uma linha em uma tabela).
- **Atributo** (*Attribute / Feature*)
  - Variável Independente ou Variável Explicativa (preditor)
  - É a variável que usamos para fazer uma previsão (equivale a uma coluna em uma tabela).

# A Mesma Ideia, Nomes Diferentes

- **Rótulo ou Atributo-Alvo** (*Label / Target*)
  - Variável Dependente ou Variável Resposta
  - É a variável que o modelo estatístico tenta prever ou explicar.
- **Modelo** (*Model*)
  - Modelo estatístico ou algoritmo computacional criado que será usado para fazer novas previsões.
  - Pode ser, por exemplo, uma árvore de decisão, uma rede neural ou um modelo de regressão logística.



# A Mesma Ideia, Nomes Diferentes

- **Treinamento** (*Training*)
  - Ajuste do Modelo ou Estimação de Parâmetros
  - É o processo de usar os dados para encontrar os melhores coeficientes (parâmetros) do modelo (Ex: *método de mínimos quadrados em uma regressão*).
- **Diferença sutil no foco:**
  - A **Estatística Clássica** frequentemente enfatiza a inferência, ou seja, entender e explicar a relação entre as variáveis.
  - A **Mineração de Dados e Aprendizagem de Máquina** geralmente priorizam a capacidade de predição do modelo em dados futuros, mesmo que o modelo seja uma “caixa-preta”.

# Fim

Aula baseada no material: CASTRO, Leandro N.; FERRARI, Daniel G. Introdução à mineração de dados: conceitos básicos, algoritmos e aplicações. São Paulo : Saraiva, 2016.