

Modelo de Ensino de Conceitos de Cálculo Numérico a Partir de Aplicação de Previsão Climática

William C. Barbosa¹, João M. C. Sousa², Samih S. de Oliveira³ e Carla G. C. Ribeiro
Orientador: Lucas Marques da Cunha

¹Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Rondônia - (DACC)
BR-364, 9 - Cidade Jardim, Porto Velho - RO – Brazil

williancard123@gmail.com jozi39064@gmail.com

sdsamih@gmail.com cgrcavalcante@gmail.com

Resumo. *O texto traz um modelo de ensino baseado em uma aplicação web interativa, voltado para o aprendizado de Regressão Linear, disciplina essencial em cursos de exatas, enfatizam-se os conceitos teóricos e a abordagem matemática. A utilização de dados meteorológicos do INMET amplia a interdisciplinaridade, abordando também a temática climática. Este modelo de ensino se destaca pela integração de múltiplos temas, promovendo um aprendizado abrangente e aplicado.*

PALAVRAS-CHAVE: *Regressão Linear, Modelo de ensino interativo , Dados meteorológicos INMET*

1. Introdução

A Regressão Linear é um tópico essencial para estudantes de Ciência da Computação e cursos relacionados, pois envolve a criação de funções aproximadas e a previsão de tendências, assumindo uma reta para dados polinomiais não definidos. A aplicação desse conceito requer análise quantitativa e manipulação de fórmulas matemáticas complexas. Desse modo, olha-se para a previsão climática pois ela desempenha um papel importante na nossa vida diária e na economia, especialmente na agricultura, onde as condições climáticas afetam a produção, impactando na oferta e na demanda.

Em uma análise inicial, a aplicação do conceito de regressão linear na previsão climática desempenha um papel crucial na estimativa de tendências e na previsão de variáveis climáticas, especialmente a temperatura. Isso envolve a criação de modelos que relacionam a temperatura ao longo do tempo com dados históricos, como umidade e pressão atmosférica. Esses modelos permitem prever a temperatura futura com base na análise de dados anteriores, desempenhando um papel fundamental na tomada de decisões em áreas como agricultura, planejamento urbano e energia, além de favorecer a pesquisa sobre mudanças climáticas causada pela sociedade contemporânea.

Nesse sentido, a ênfase está na criação de uma aplicação que visa aprimorar o ensino da Regressão Linear, associada à previsão climática. Essa ferramenta possibilita a elaboração de fórmulas climáticas específicas, com base na manipulação de dados como dia, mês e ano, destinando-se ao contexto dos estados brasileiros. O objetivo é fomentar o aprendizado ativo e aprofundar a compreensão teórica por meio da aplicação prática.

2. Funções

No contexto do ensino de Regressão Linear e sua aplicação na previsão climática, é crucial compreender o papel das funções. Pedro Morentin destaca que ao trabalharmos com funções, estabelecemos conexões entre conjuntos de dados, o que é fundamental para diversas áreas da ciência, incluindo a meteorologia. Essas funções são essenciais para modelar e analisar fenômenos climáticos, como a variação da temperatura ao longo do tempo, permitindo a aproximação de resultados e a previsibilidade de valores.

2.1. Funções Polinomiais

A partir dos levantamentos sobre funções, iremos reduzir o escopo de funções trabalhadas. As funções convencionais quase sempre estão voltadas para uma finalidade por conta da sua previsibilidade gráfica. No contexto de funções polinomiais e conforme [?], "[...] uma ferramenta que costuma ser utilizada quando se quer saber o comportamento gráfico de uma função, num determinado intervalo de domínio [...]".

$$f(x) = a_0x^n + a_1x^{n-1} + \dots + a_{n-1}x + a_n$$

A partir disso conseguimos utilizar funções polinomiais para encontrar padrões de determinados conjuntos de dados e assim justificar determinados comportamentos ou fenômenos. Tendo em vista isso, tal tipo de funções será desenvolvida no contexto de regressão linear.

3. Regressão Linear

A regressão linear é um método amplamente utilizado dentro da matemática, estatística e ciência de dados que permite prever a relação entre uma variável dependente Y (cujo valor será previsto) e uma ou mais variáveis independentes X (cujo valor é previamente conhecido). O resultado da aplicação desta técnica é uma equação de reta que melhor define a relação entre ambas[?], chamada Reta de Regressão linear. Matematicamente, a reta é representada por:

$$Y = \beta_1 + \beta_2 X + \varepsilon$$

Sendo: β_1 o intercepto de X e Y.

β_2 o coeficiente de inclinação.

ε o erro, que representa a variação não explicada em Y.

Os coeficientes angular e linear podem ser encontrados com as seguintes fórmulas, que são configuradas para o método dos mínimos quadrados :

$$m = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

Sendo: n O número de pontos conhecidos.

x e y , as variáveis independentes e dependentes, respectivamente.

ou

Suponha que temos um conjunto de dados representados como um conjunto de pares ordenados (x_i, y_i) , onde $i = 1, 2, \dots, n$. Podemos criar uma matriz de Vandermonde X para esses dados da seguinte forma:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^{m-1} \\ 1 & x_2 & x_2^2 & \dots & x_2^{m-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^{m-1} \end{bmatrix}$$

onde m é o grau do polinômio da regressão.

A fórmula da regressão linear utilizando a matriz de Vandermonde é dada por:

$$\beta = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

onde:

β é o vetor de coeficientes de regressão

X é a matriz de Vandermonde

Y é o vetor de saída

$(X^T X)^{-1}$ é a inversa da matriz $X^T X$

X^T é a matriz transposta de X

Assim, o método mencionado possibilita criar uma reta cuja distância entre os pontos seja mínima para conferir maior grau de confiabilidade é o intuito do método dos mínimos quadrados [?] Segundo [?], "A proximidade é medida pela soma dos quadrados dos resíduos obtidos ao se medir Y dado X ".

3.1. Exemplo prático

No contexto da previsão climática, uma aplicação da regressão linear é a previsão de temperaturas. Por exemplo, para prever as médias anuais globais de temperatura, podemos montar o gráfico das médias dos anos anteriores, onde o ano corresponde ao eixo x , e a temperatura, ao eixo y . A partir disso, podemos calcular a reta de regressão linear. Com base nela, poderemos prever a temperatura dos próximos anos.

Ao aplicarmos as fórmulas de cálculo de coeficientes no exemplo abaixo (figura 1), concluímos que $m \approx 0.012$ e $b \approx -12.43$. Tendo conhecimento dos coeficientes da reta, podemos expandi-la para variáveis independentes que não pertencem ao nosso conjunto de dados. No exemplo dado, isso significa estimar temperaturas médias para os anos futuros (figura 2)

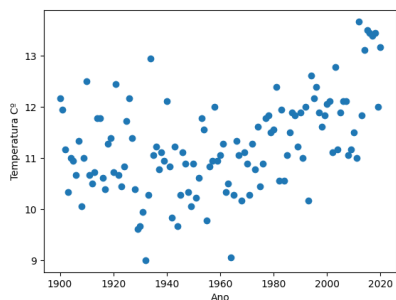


Figura 1. Temperaturas conhecidas
[?]

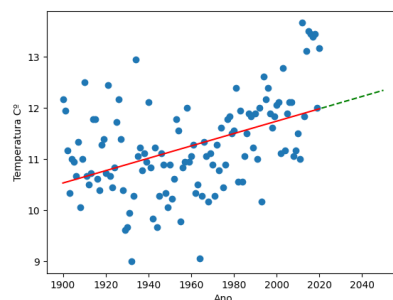


Figura 2. Reta de regressão linear calculada

4. Interpretação para Previsão Numérica de Tempo e Métodos de Ensino

Explorando a teoria matemática da Regressão Linear, podemos ilustrar esse conteúdo de maneira acessível para alunos da disciplina de Cálculo Numérico e também para outros públicos. Para isso, foi adotado o contexto da meteorologia, uma vez que ele se revela altamente complexo quando se trata de dados, devido à densidade de informações envolvidas. Além disso, a meteorologia apresenta desafios significativos relacionados à previsibilidade estatística e à estimação, como a contemporaneidade do assunto, também, que é outro fator atrativo, pois os impactos climáticos atuais exercem uma influência marcante em nossas vidas cotidianas, abrangendo desde a agricultura até o comércio global. Desse modo, utilizando a meteorologia como cenário, podemos demonstrar de forma prática como a Regressão Linear é aplicada para realizar previsões e estimativas com base em dados climáticos. Isso não apenas torna a teoria mais concreta, mas também realça a importância da Regressão Linear em situações do mundo real, onde as previsões de cenários desempenham um papel crucial.

Com base nesse contexto, surgiu a aplicação **"Mapa Didático"**. Desenvolvida com Next.js e Leaflet no frontend, e Python, Flask, MySQL e Scikit-Learn no backend, seu propósito é proporcionar uma experiência simples e amigável para os usuários.

O processamento de dados envolve informações meteorológicas de 2021 a 2023, obtidas no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET): <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Além disso, seguindo as diretrizes no README.md do projeto disponível em <https://github.com/williancardddd/mapa-didatico>, é possível expandir a aplicação incluindo dados de anos anteriores, aprimorando assim as estimativas. Vale ressaltar que não foram usados todos os parâmetros de dados do INMET, focando-se em dia, mês, ano, hora, temperatura do bulbo seco (termômetro normal).

A aplicação se destaca por sua abordagem amigável, evitando sobrecarga de informações técnicas. O usuário simplesmente escolhe uma estação meteorológica em uma região e estado de interesse e, a partir daí, pode explorar um ambiente de "playground". Nesse ambiente, é possível ajustar parâmetros e visualizar as variações de temperatura durante um período específico.

Essa ênfase na simplicidade torna o entendimento das condições meteorológicas mais acessível e proporciona uma ferramenta valiosa para análise de dados meteo-

rológicos. Além disso, o próprio fluxo de rolagem da página já é suficiente para a progressão do entendimento do assunto de regressão linear.

5. Conclusões

O método de ensino da Regressão Linear revela sua eficácia quando inserimos a prática como elemento fundamental no aprendizado desses conceitos. O Mapa Didático desempenha um papel crucial nesse processo, pois proporciona uma experiência interativa que permite aos usuários explorar e compreender melhor esses tópicos. Ao ajustar pequenos parâmetros, como dia, mês e ano, os usuários podem observar imediatamente as mudanças nos dados.

Isso abre espaço para uma análise mais aprofundada das informações presentes na aplicação, permitindo a identificação de padrões na construção das previsões por meio de gráficos. Isso também impulsiona a compreensão detalhada dos algoritmos de regressão linear e de seus métodos de cálculo. A prática orientada por meio de uma aplicação centrada em um conteúdo específico, como a previsão climática, cativa os usuários, levando-os a questionar o motivo das variações nos valores apresentados.

A dinamicidade dos gráficos gera um engajamento adicional, à medida que os usuários buscam entender por que os dados se comportam de determinada maneira. Como resultado desse processo, a aplicação retorna uma fórmula gerada pelo sistema, reforçando ainda mais o aprendizado. Portanto, essa abordagem demonstra ser altamente eficaz no ensino, pois combina teoria e prática de forma envolvente e educativa, estimulando o entendimento profundo dos conceitos da Regressão Linear.

Referências

Annual average temperature by year.

Análise de regressão linear. Acesso em: 20 de setembro de 2023.

Introdução aos modelos de regressão linear. Acesso em: 20 de setembro de 2023.

IBM. Regressão linear.

Pedro A. Morettin, W. O. B. e. S. H. (2012). *Cálculo Funções de uma e Várias Variáveis*. Saraiva Uni; 3ª edição, 3d edition.