

# MODELAGEM MATEMÁTICA NA ANÁLISE DE ENCHENTES NO RIO GRANDE DO SUL

Débora Marília Hauenstein <sup>1</sup>

## RESUMO

Este relato de experiência descreve uma prática de ensino desenvolvida com alunos do ensino médio na disciplina de Matemática, utilizando técnicas de modelagem matemática e regressão linear para analisar as enchentes que afetaram o Rio Grande do Sul. A atividade teve como objetivo principal integrar conceitos estatísticos, como correlação linear e regressão linear simples, com a coleta e análise de dados reais sobre o volume de chuvas e a altura do rio Guaíba. Os alunos foram orientados a coletar dados de fontes como o site ClimaTempo, o Instituto Nacional de Meteorologia e o Serviço Geológico do Brasil, e a construir modelos de regressão linear utilizando o método dos mínimos quadrados e ferramentas computacionais como o Excel. A prática buscou contextualizar o conteúdo matemático com um problema real, promovendo a interdisciplinaridade e a aplicação dos conhecimentos em situações práticas. Durante a aula, os alunos calcularam o coeficiente de correlação linear, construíram modelos de regressão e fizeram previsões sobre a altura do rio com base no volume de chuvas. A atividade também incentivou a reflexão sobre questões ambientais e a importância da ciência na prevenção de desastres naturais. A avaliação foi realizada por meio da análise dos modelos construídos e da comparação com dados reais, destacando a relevância da matemática na compreensão de fenômenos naturais. A experiência demonstrou que a abordagem prática e contextualizada pode aumentar o interesse dos alunos pela matemática e sua aplicação em problemas reais.

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática, Regressão Linear, Educação Matemática, Enchentes.

## INTRODUÇÃO

Em maio de 2024, o estado do Rio Grande do Sul enfrentou uma das maiores catástrofes climáticas de sua história, com chuvas intensas que causaram enchentes em várias cidades, incluindo Porto Alegre. Esses eventos destacam a importância de compreender as relações entre variáveis climáticas, como o volume de chuvas, e o comportamento de corpos d'água. Nesse contexto, a matemática, por meio de técnicas de modelagem e análise estatística, pode ser uma ferramenta valiosa para prever e mitigar os efeitos desses desastres.

A modelagem matemática tem sido amplamente utilizada para analisar fenômenos naturais e sociais, permitindo a construção de modelos que representam, de forma simplificada, a realidade. Segundo Montgomery e Runger (2014), a regressão linear simples é uma técnica estatística que busca estabelecer uma relação linear entre uma variável dependente e uma variável independente, sendo amplamente aplicada em diversas áreas do conhecimento, incluindo a meteorologia e a hidrologia.

<sup>1</sup> Mestra pelo Curso de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pelotas - UFPel, [deboramariah@gmail.com](mailto:deboramariah@gmail.com).



Este trabalho descreve uma prática de ensino desenvolvida com alunos do ensino médio na disciplina de Matemática, utilizando técnicas de modelagem matemática e regressão linear para analisar as enchentes que afetaram o Rio Grande do Sul. A atividade teve como objetivo principal integrar conceitos estatísticos, como correlação linear e regressão linear simples, com a coleta e análise de dados reais sobre o volume de chuvas e a altura do rio Guaíba. A prática buscou contextualizar o conteúdo matemático com um problema real, promovendo a interdisciplinaridade e a aplicação dos conhecimentos em situações práticas.

A relevância desta experiência reside na possibilidade de demonstrar aos alunos como a matemática pode ser aplicada para resolver problemas reais, especialmente aqueles relacionados a questões ambientais e climáticas. Além disso, a atividade incentivou a reflexão sobre a importância da ciência na prevenção de desastres naturais. Como destacam Narula e Wellington (1977), a aplicação de técnicas estatísticas em situações práticas permite uma compreensão mais profunda dos fenômenos estudados, contribuindo para a formação de cidadãos críticos e conscientes.

Ao longo deste trabalho, serão apresentados os fundamentos teóricos da modelagem matemática e da regressão linear simples, bem como a metodologia utilizada na prática de ensino. Serão discutidos os resultados obtidos pelos alunos, incluindo a análise do coeficiente de correlação linear e a construção de modelos de regressão. Além disso, serão abordadas as limitações dos modelos e a importância de considerar outras variáveis na análise de problemas reais. Por fim, serão apresentadas as considerações finais, destacando a importância da abordagem contextualizada e interdisciplinar no ensino da matemática.

A estrutura deste trabalho está organizada da seguinte forma: na seção de Metodologia, serão descritas as etapas da prática de ensino, incluindo a coleta de dados, a análise estatística e a construção de modelos de regressão. Na seção de Referencial Teórico, serão apresentados os conceitos básicos de modelagem matemática, regressão linear simples e correlação linear. Na seção de Resultados e Discussão, serão analisados os resultados obtidos pelos alunos, incluindo a comparação entre os modelos construídos e os dados reais. Por fim, na seção de Considerações Finais, serão discutidas as implicações da prática de ensino para o processo de ensino e aprendizagem da matemática.

## METODOLOGIA



A prática de ensino foi desenvolvida em uma turma de ensino médio, composta por 30 alunos, durante quatro aulas de 50 minutos cada. A atividade foi dividida em etapas, que incluíram a coleta de dados, a análise estatística e a construção de modelos de regressão linear. A seguir, são descritas as etapas da prática de ensino.

A primeira etapa consistiu na coleta de dados sobre o volume mensal de chuvas e a altura do rio Guaíba nos anos de 2022 e 2023. Os alunos foram orientados a utilizar fontes confiáveis, como o site ClimaTempo, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e o Serviço Geológico do Brasil (SGB). A coleta de dados é uma etapa fundamental na modelagem matemática, pois fornece as informações necessárias para a análise estatística e a construção de modelos (MORETTIN; BUSSAB, 2017).

Durante essa etapa, os alunos foram introduzidos aos conceitos básicos de estatística, como média, gráficos de dispersão e correlação linear. Os gráficos de dispersão foram utilizados para visualizar a relação entre as variáveis, permitindo uma análise preliminar da correlação entre o volume de chuvas e a altura do rio Guaíba. Segundo Narula e Wellington (1977), os gráficos de dispersão são ferramentas importantes para identificar padrões e tendências nos dados. Para facilitar a compreensão, foram utilizados exemplos práticos, como a análise da relação entre o volume de chuvas e a altura do rio Guaíba.

Na segunda etapa, os alunos foram divididos em grupos e orientados a calcular o coeficiente de correlação linear entre o volume de chuvas e a altura do rio Guaíba. O coeficiente de correlação linear é uma medida que indica o grau de associação linear entre duas variáveis. Valores próximos de 1 indicam uma correlação positiva forte, valores próximos de -1 indicam uma correlação negativa forte, e valores próximos de 0 indicam ausência de correlação linear (MORETTIN; BUSSAB, 2017).

Os alunos calcularam o coeficiente de correlação linear para os dados coletados, obtendo um valor de 0,85, o que indica uma correlação positiva forte entre o volume de chuvas e a altura do rio Guaíba. Para isso, foram fornecidas fórmulas e orientações sobre como realizar os cálculos manualmente e com o auxílio do Excel.

Na terceira etapa, os alunos foram introduzidos aos conceitos de regressão linear simples. Para facilitar a construção do modelo de regressão, os alunos utilizaram o software Microsoft Excel, que é uma ferramenta amplamente utilizada para análise de dados e construção de modelos estatísticos, permitindo a realização de cálculos complexos de forma rápida (DA CUNHA; CARVAJAL, 2009).

A utilização do Excel permitiu aos alunos comparar os resultados obtidos manualmente com aqueles gerados pelo software, verificando a consistência dos modelos



construídos. Além disso, compararam os resultados obtidos com dados reais, discutindo possíveis discrepâncias e as limitações dos modelos.

Por fim, os alunos foram incentivados a refletir sobre a importância da matemática na compreensão de fenômenos naturais e na prevenção de desastres. A avaliação foi realizada por meio da análise dos modelos construídos e da comparação com dados reais, destacando a relevância da matemática na compreensão de fenômenos naturais.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A modelagem matemática e a regressão linear são ferramentas fundamentais para a análise de dados e a compreensão de fenômenos naturais e sociais. Nesta seção, serão abordados os conceitos teóricos que fundamentam a construção de modelos de regressão linear simples, o método dos mínimos quadrados e o uso da modelagem matemática como ferramenta de ensino. Esses conceitos são essenciais para a prática de ensino descrita neste trabalho, que buscou integrar a matemática com a análise de um problema real: as enchentes no Rio Grande do Sul.

A modelagem matemática é uma abordagem pedagógica de destaque no ensino da matemática, especialmente por sua capacidade de conectar conceitos abstratos a situações reais e relevantes para os alunos. Nesta seção, aprofundaremos a discussão sobre o uso da modelagem matemática como ferramenta de ensino.

Barbosa (2006) define a Modelagem Matemática como um processo que envolve a construção de modelos matemáticos para representar, de forma simplificada, situações reais, permitindo a análise e a previsão de fenômenos complexos. No contexto educacional, a modelagem matemática é uma abordagem que visa contextualizar o ensino da matemática, promovendo a aplicação dos conhecimentos em situações práticas e relevantes para os alunos.

Segundo Bassanezi (2002), a modelagem matemática no ensino tem como objetivo principal desenvolver nos alunos a capacidade de resolver problemas reais utilizando ferramentas matemáticas, promovendo a interdisciplinaridade e a integração de conhecimentos de diversas áreas. Essa abordagem permite que os alunos percebam a relevância da matemática em diferentes contextos, aumentando seu interesse e engajamento no processo de aprendizagem.

Barbosa (2006) destaca que a modelagem matemática no ensino não se limita à aplicação de fórmulas e técnicas matemáticas, mas envolve um processo de investigação, reflexão e crítica sobre o problema em estudo. Essa perspectiva é fundamental para a



formação de cidadãos críticos e conscientes, capazes de utilizar a matemática para compreender e resolver problemas complexos da sociedade.

No caso da prática de ensino descrita neste trabalho, a modelagem matemática foi utilizada para analisar a relação entre o volume de chuvas e a altura do rio Guaíba, permitindo aos alunos compreender como a matemática pode ser aplicada para prever e mitigar os efeitos de desastres naturais.

Por sua vez, a regressão linear simples é uma técnica estatística utilizada para estudar a relação linear entre duas variáveis. O objetivo da regressão linear é encontrar uma equação que descreva a relação entre essas variáveis (MONTGOMERY; RUNGER, 2014).

A equação da regressão linear simples é dada por  $Y = aX + b + e$ , onde:

- $Y$  é a variável dependente (altura do rio Guaíba);
- $X$  é a variável independente (volume de chuvas);
- $a$  é o coeficiente angular, que representa a inclinação da reta;
- $b$  é o coeficiente linear, que representa o ponto onde a reta intercepta o eixo  $Y$ ;
- $e$  é o erro aleatório, que representa a variação não explicada pelo modelo.

O método dos mínimos quadrados é a técnica mais comum para estimar os coeficientes  $a$  e  $b$  da regressão linear simples. O objetivo desse método é encontrar os valores de  $a$  e  $b$  que minimizam a soma dos quadrados dos erros (resíduos) entre os valores observados e os valores previstos pelo modelo (NARULA; WELLINGTON, 1977).

Embora a regressão linear simples seja uma técnica poderosa, ela apresenta algumas limitações. Segundo Montgomery e Runger (2014), a regressão linear simples assume que a relação entre as variáveis é linear, o que nem sempre é verdadeiro em situações reais. Além disso, o modelo não considera a influência de outras variáveis que podem afetar a variável dependente, como a topografia da região e a capacidade de armazenamento do rio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A prática de ensino descrita neste trabalho teve como objetivo principal integrar conceitos estatísticos, como correlação linear e regressão linear simples, com a análise de um problema real: as enchentes que afetaram o Rio Grande do Sul em maio de 2024. Nesta seção, serão apresentados os resultados obtidos pelos alunos durante a atividade, incluindo a construção dos modelos de regressão linear, as principais dificuldades enfrentadas e as discussões levantadas ao comparar os modelos com dados reais.



A atividade foi realizada com uma turma de 30 alunos do ensino médio, divididos em 6 grupos de 5 alunos cada. Apesar do sucesso geral da atividade, os alunos enfrentaram algumas dificuldades durante a construção dos modelos de regressão linear. Essas dificuldades foram identificadas por meio de observações em sala de aula e discussões com os grupos.

Na primeira etapa, os alunos coletaram dados sobre o volume mensal de chuvas e a altura do rio Guaíba nos anos de 2022 e 2023. A primeira dificuldade enfrentada foi a organização dos mesmos. Alguns grupos tiveram dificuldades em encontrar fontes confiáveis sobre o volume de chuvas e a altura do rio Guaíba. Além disso, a organização dos dados em tabelas e a preparação para a análise no Excel foram desafios para alguns alunos, especialmente aqueles com menos familiaridade com ferramentas computacionais.

Todos os grupos calcularam o coeficiente de correlação linear entre o volume de chuvas e a altura do rio Guaíba. O valor médio obtido pelos grupos foi de 0,85, indicando uma correlação positiva forte entre as variáveis. Esse resultado foi consistente com a análise qualitativa dos gráficos de dispersão, que mostraram uma tendência linear entre o volume de chuvas e a altura do rio.

Os grupos construíram modelos de regressão linear simples utilizando o método dos mínimos quadrados. A equação geral do modelo foi:

$$\text{Altura do Guaíba} = 0,031 \times (\text{Volume de Chuva}) - 2,237$$

Esse modelo indica que, para cada aumento de 1 mm no volume de chuvas, a altura do rio Guaíba aumenta, em média, 0,031 metros. O coeficiente linear (-2,237) representa a altura do rio caso não houvesse chuva, o que, embora seja uma simplificação, serve como referência para a interpretação do modelo.

Nesta etapa, houve dificuldade com o cálculo dos coeficientes  $a$  e  $b$ . Embora a fórmula tenha sido explicada em sala de aula, alguns alunos cometeram erros ao realizar os cálculos, especialmente na soma dos produtos e na divisão dos termos. Esses erros foram identificados e corrigidos durante a atividade, com o auxílio da professora.

Na terceira etapa, os alunos utilizaram o modelo para fazer previsões sobre a altura do rio Guaíba com base em diferentes volumes de chuvas. Por exemplo, para um volume de chuva de 368 mm, o modelo previu uma altura de 9,17 metros, enquanto o valor real observado foi de 5,33 metros. Essa discrepância pode ser explicada por fatores como a



saturação do solo e a capacidade de armazenamento do rio, que não são considerados no modelo construído.

A interpretação dos resultados também foi um desafio para alguns grupos. Embora os alunos tenham conseguido construir os modelos de regressão linear, alguns tiveram dificuldades em interpretar o significado dos coeficientes  $a$  e  $b$  e  $d$ . Essas dificuldades foram superadas por meio de discussões em sala de aula e exemplos práticos.

Dos 6 grupos que participaram da atividade, 4 conseguiram construir os modelos de regressão linear corretamente, sem erros significativos. Esses grupos utilizaram tanto o cálculo manual quanto o Excel para verificar a consistência dos resultados.

Dois grupos cometeram erros durante a construção dos modelos. Um grupo cometeu erros no cálculo manual dos coeficientes, resultando em um modelo com valores de  $a$  e  $b$  inconsistentes. Esse erro foi identificado durante a verificação no Excel e corrigido com o auxílio da professora. O outro grupo teve dificuldades na interpretação dos resultados. Após uma revisão dos conceitos, o grupo conseguiu corrigir o erro e construir o modelo corretamente.

A comparação entre os resultados do modelo e os dados reais permitiu aos alunos discutir as limitações dos modelos matemáticos e a importância de considerar outras variáveis, como a topografia da região e a capacidade de drenagem do rio. Além disso, os alunos refletiram sobre a importância da ciência na prevenção de desastres naturais e na tomada de decisões informadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática de ensino descrita neste trabalho demonstrou que a abordagem contextualizada e interdisciplinar pode aumentar o interesse dos alunos pela matemática e sua aplicação em problemas reais. A utilização de técnicas de modelagem matemática e regressão linear permitiu aos alunos compreender a relação entre o volume de chuvas e a altura do rio Guaíba, além de refletir sobre questões ambientais e a importância da ciência na prevenção de desastres naturais.

A experiência também destacou a relevância da matemática na compreensão de fenômenos naturais e na tomada de decisões informadas. Apesar das limitações dos modelos de regressão linear simples, a atividade permitiu aos alunos discutir a complexidade dos fenômenos naturais e a necessidade de considerar múltiplas variáveis na análise de problemas



reais. Essa reflexão foi fundamental para destacar a importância da ciência na prevenção de desastres e na proteção da população.

A experiência descrita neste trabalho abre caminho para diversas possibilidades de trabalhos futuros, tanto no âmbito educacional quanto na aplicação prática dos modelos de regressão linear e outras técnicas estatísticas.

Uma das limitações identificadas durante a atividade foi a simplificação do modelo de regressão linear simples, que considera apenas uma variável independente (volume de chuvas) para prever a altura do rio Guaíba. Trabalhos futuros podem explorar a utilização de modelos de regressão múltipla, que consideram múltiplas variáveis independentes, como a saturação do solo, a capacidade de armazenamento do rio e a topografia da região. Esses modelos podem fornecer previsões mais precisas e realistas, especialmente em situações de volumes de chuva extremos.

Outra possibilidade é a utilização de técnicas de análise de séries temporais para estudar a evolução da altura do rio Guaíba ao longo do tempo. A análise de séries temporais permite identificar tendências, sazonalidades e padrões de comportamento que podem ser úteis para prever enchentes e outros fenômenos naturais. Essa abordagem pode ser integrada ao ensino da matemática, promovendo a aplicação de conceitos estatísticos avançados em problemas reais.

A prática de ensino descrita neste trabalho demonstrou que a abordagem contextualizada e interdisciplinar pode aumentar o interesse dos alunos pela matemática e sua aplicação em problemas reais. A utilização de técnicas de modelagem matemática e regressão linear permitiu aos alunos compreender a relação entre o volume de chuvas e a altura do rio Guaíba, além de refletir sobre questões ambientais e a importância da ciência na prevenção de desastres naturais.

Os trabalhos futuros sugeridos nesta seção abrem caminho para novas pesquisas e atividades que podem ampliar e aprofundar os resultados obtidos, contribuindo para a melhoria do ensino da matemática e a formação de cidadãos críticos e conscientes.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem Matemática: Concepções e Experiências de Futuros Professores**. Editora da UNIJUÍ, 2006.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. Contexto, 2002.



MORETTIN, Pedro Alberto; BUSSAB, Wilton Oliveira. **Estatística básica**. Saraiva Educação SA, 2017.

MONTGOMERY, Douglas C.; RUNGER, George C. **Applied statistics and probability for engineers**. Wiley, 2014.

NARULA, Subhash C.; WELLINGTON, John F. Prediction, linear regression and the minimum sum of relative errors. **Technometrics**, v. 19, n. 2, p. 185-190, 1977.

DA CUNHA, Sonia Baptista; CARVAJAL, Santiago Ramírez. **Estatística Básica: A Arte de Trabalhar com Dados**. Elsevier Brasil, 2009.

