
AQUÍFEROS BRASILEIROS: MATEMÁTICA APLICADA

Estudantes: Eduardo Barboza Silva (eduardobarboza087@gmail.com), Luana Moreira Mendes Souza (luanammsouza10604@gmail.com), Pedro Augusto Alves da Silva (Pedro.zourethe@gmail.com)

Professora Orientadora: Heloisa Fernanda Francisco Batista (heloisafbatista@gmail.com)

Escola Estadual Neuza Rezende

Resumo

Este trabalho analisa a matemática aplicada na modelagem e gestão de aquíferos brasileiros, com foco na análise de recursos hídricos e na sustentabilidade. Por meio da aplicação de ferramentas matemáticas, busca-se compreender melhor a dinâmica dos aquíferos e prever comportamentos de armazenamento e recarga, e melhorar a sustentabilidade da água presente no subterrâneo em diferentes regiões do Brasil. A pesquisa utilizou geometria e equação de Darcy para compreender o comportamento dos aquíferos diante de mudanças climáticas e do uso intensivo da água. Para isso, foi feito um estudo sobre o conceito de aquífero, com foco no Aquífero Guarani, além de compreender sua importância para a sobrevivência humana. Além disso, buscou-se compreender como a matemática se faz importante para prever a disponibilidade de água, otimização de extração de recursos hídricos e na formulação de estratégias de conservação. Por fim, o grupo pode concluir que a matemática aplicada é essencial para que sejam tomadas decisões informadas sobre a utilização sustentável dos aquíferos, contribuindo assim para a gestão eficiente dos recursos hídricos, principalmente no Brasil.

Palavras-chave: Aquíferos; Modelagem matemática; Sustentabilidade.

Introdução e justificativa

Os aquíferos são reservatórios subterrâneos de água que desempenham um papel crucial no abastecimento de recursos hídricos para diversas regiões do Brasil. Eles armazenam grandes volumes de água e podem fornecer suporte para irrigação, abastecimento urbano e indústrias (Mundo Educação, 2024).



Figura 1: Caracterização do Aquífero Guarani (Fonte: Águas de Matão, 2021)

“Localizado na região centro-leste da América do Sul, o Aquífero Guarani é a segunda maior fonte de água doce subterrânea do mundo, ficando atrás somente do Aquífero Alter do Chão, localizado sob os estados do Pará, Amapá e Amazonas. O Guarani ocupa uma área de 1,2 milhões de km², com uma profundidade de, aproximadamente, 1.500 metros, estende-se pelo Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina. A maior ocorrência do Aquífero Guarani está em território brasileiro, sendo 2\3 da área total, abrangendo os Estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. (Águas de Matão, 2021, *s.p.*)”

A matemática aplicada à hidrogeologia, em especial no estudo dos aquíferos, é essencial para a compreensão de sua capacidade de armazenamento e taxa de fluxo. Este

artigo aborda os cálculos matemáticos relacionados ao volume de água armazenado, análise geométrica de fraturas e a taxa de fluxo de água em um aquífero confinado, destacando a importância dessa abordagem para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos no Brasil.

A gestão sustentável dos recursos hídricos é uma questão crucial no Brasil, especialmente devido à importância dos aquíferos no abastecimento de água para áreas urbanas e rurais. O país possui grandes reservas subterrâneas, como os aquíferos Guarani e Alter do Chão, que são essenciais para o equilíbrio hídrico e econômico. O uso de ferramentas matemáticas permite uma avaliação precisa da capacidade de armazenamento e da eficiência de extração de água desses aquíferos, o que contribui diretamente para a formulação de políticas de uso sustentável e preservação dos recursos naturais.

Objetivos

O objetivo deste artigo é aplicar conceitos matemáticos e físicos para analisar as características de um aquífero confinado, utilizando a geometria e a equação de Darcy para calcular o volume de água armazenado, o volume da fratura principal e a taxa de fluxo de água através dessa fratura. A partir desse estudo, pretende-se ilustrar como esses cálculos são fundamentais para o entendimento do comportamento hidráulico dos aquíferos brasileiros.

Metodologia

A análise realizada utiliza fórmulas matemáticas aplicadas à hidrogeologia para calcular o volume de água armazenado, o volume da fratura principal e a taxa de fluxo de água. Os parâmetros considerados foram o comprimento, largura e espessura do aquífero, além da porosidade e permeabilidade da rocha, com base em dados reais de aquíferos brasileiros. Para isso, essa sessão foi embasada nos estudos de Santos e Silva (2012)

Para a realização de uma simulação, foi construído um protótipo, apresentado na Figura 2:



Figura 2: Protótipo construído pelos estudantes (Fonte: Autores)

Resultados e Discussão

Tomemos o seguinte exemplo:

Você está estudando um aquífero confinado com as seguintes características:

- **Comprimento (L):** 2000 m
- **Largura (W):** 1000 m
- **Espessura (D):** 50 m
- **Porosidade (ϕ):** 20% (ou 0,20)

O aquífero possui uma fratura principal que facilita o fluxo de água.

Passo 1: Cálculo do Volume de Água Armazenado.

Dados:

- **Comprimento (L):** 2000 m
- **Largura (W):** 1000 m
- **Espessura (D):** 50 m
- **Porosidade (ϕ):** 20% (ou 0,20)

Fórmula para o volume de água armazenado:

$$V_{\text{água}} = L \times W \times D \times \phi$$

Substituindo os valores:

$$V\acute{a}gua = 2000m \times 1000m \times 50m \times 0,20$$

Calculando:

$$V\acute{a}gua = 2000m \times 1000m \times 50m \times 0,20$$

$$V\acute{a}gua = 20000000m^3$$

Passo 2: Análise geométrica da fratura

Dados da fratura:

- **Comprimento da fratura (L_f):** 500 m
- **Largura da fratura (W_f):** 0,1m
- **Espessura da fratura (D_f):** 50 m

Volume da fratura

$$V_{fratura} = L_f \times W_f \times D_f$$

Substituindo os valores:

$$V_{fratura} = 500m \times 0,1m \times 50m$$

Calculando:

$$V_{fratura} = 500 \times 0,1 \times 50$$

$$V_{fratura} = 2500m^3$$

Passo 3: Cálculo da taxa de fluxo de água através da fratura

Dados:

- **Permeabilidade (K):** $1 \times 10^{(-12)} m^2$
- **Gradiente hidráulico (i):** 0,01
- **Área da seção transversal da fratura (A):** ($W_f \times D_f$) = $0,1 \times 50m = 5 m^2$
- **Viscosidade do fluido (μ):** 0,001 Pa/s

Fórmula de Darcy para taxa de fluxo (Q):

$$Q = \frac{k \cdot A \cdot h}{\mu}$$

Substituindo os valores:

$$Q = \frac{1 \times 10^{-12} \text{ m}^2 \times 5 \text{ m}^2 \times 0,01}{0,001 \frac{\text{Pa}}{\text{s}}}$$

Calculando teremos:

$$Q = 5 \times 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Conclusões

A aplicação da matemática nos estudos hidrogeológicos, como a análise do comportamento de aquíferos, é essencial para a gestão eficiente dos recursos hídricos. Neste artigo, foi possível calcular o volume de água armazenado em um aquífero confinado, o volume de uma fratura principal e a taxa de fluxo de água através dessa fratura e verificar que o mesmo é moderadamente permeável. Esses cálculos são fundamentais para entender como os aquíferos podem ser utilizados de forma sustentável, contribuindo para a preservação dos recursos naturais e para o desenvolvimento econômico e social, especialmente em um país como o Brasil, onde os aquíferos têm um papel estratégico na distribuição de água.

Referências

ÁGUAS DE MATÃO. Água que abastece Matão é retirada do Aquífero Guarani. Disponível em:

<https://www.aguasdematao.com.br/agua-que-abastece-matao-e-retirada-do-aquifero-guarani/>

Acesso em: 29 set. 2024.

MUNDO EDUCAÇÃO. Aquífero. Disponível em:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/amp/geografia/aquifero.htm>. Acesso em: 29 set. 2024.

SANTOS, E. F.; SILVA, S. M. Cálculo automatizado do escoamento subterrâneo e estimativa de recarga na Bacia do Rio Verde Grande. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2021. Anais do XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, p. 1-4, 2012. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/27698/17951/101920>.

Acesso em: 29 set. 2024.