

ALTERAÇÕES GEOQUÍMICAS EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS IMPACTADAS POR VAZAMENTOS DE CO₂ PROVENIENTES DE SEQUESTRO GEOLÓGICO

Gabriel Cavelhão^{1,2}; Helen Simone Chiaranda Lazzarin^{1,3}; Henry Xavier Corseuil^{1,4}

RESUMO: Vazamentos de CO₂, provenientes de sequestro geológico, podem comprometer a qualidade das águas subterrâneas, tornando-as impróprias para o consumo humano. O entendimento dos reais impactos desses vazamentos pode auxiliar na tomada de decisões de remediação. O objetivo desse trabalho é estudar as alterações geoquímicas das águas subterrâneas, em aquífero com características de pH e alcalinidade específicas. Uma simulação de vazamento será realizada em campo, através da injeção de CO₂ diretamente no aquífero. O monitoramento da água subterrânea será realizado através de poços multiníveis e análises físico-químicas no decorrer do experimento. Resultados iniciais sugerem que as alterações geoquímicas podem ser indicadoras de intrusão de CO₂ no aquífero.

ABSTRACT: CO₂ leakage from geological sequestration may compromise groundwater quality, making it unfit for human consumption. Understanding the real impact of these leaks can assist in remediation decisions. The aim of this work is to study the geochemical changes of groundwater in an aquifer with specific pH and alkalinity. A simulated leak will be performed in the field by injecting CO₂ directly into the aquifer. Groundwater monitoring will be accomplished through multilevel monitoring wells and physicochemical analyzes throughout the experiment. Initial results suggest that the geochemical changes may be indicative of CO₂ intrusion in the aquifer.

PALAVRAS-CHAVE: Sequestro geológico de carbono, CO₂, Monitoramento e verificação, Alterações hidrogeoquímicas, Águas subterrâneas.

¹ Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Centro Tecnológico – CTC, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Laboratório REMAS. Florianópolis/SC. CEP: 88040-900. Fone: (48) 3721-2132.

² E-mail: cavelhao@yahoo.com.br

³ E-mail: helen.remas.ufsc@gmail.com

⁴ E-mail: henry.corseuil@ufsc.br

1- INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de tecnologias que visam à redução das emissões de CO₂ na atmosfera tem aumentado e o sequestro geológico de carbono tem se mostrado uma excelente alternativa do ponto de vista operacional, e que pode ser útil, em curto prazo, na redução das emissões. O processo consiste na captura de CO₂ em fontes estacionárias de emissão, transporte e injeção em formações geológicas adequadas, que apresentam baixo risco de vazamento [1,2].

A problemática ambiental envolvendo o sequestro geológico de carbono, e que tem sido o foco de pesquisas nessa área, envolve a possibilidade de vazamentos de CO₂ da formação de armazenamento, através de falhas geológicas e/ou poços abandonados, atingindo as águas subterrâneas, muitas vezes utilizadas para consumo humano [3]. Os principais efeitos da dissolução de CO₂ nas águas subterrâneas são a acidificação e a carbonatação, pelo aumento da concentração de íons H⁺, HCO⁻³ e CO₃⁻², além da possibilidade de mobilização de constituintes orgânicos e inorgânicos, de acordo com a mineralogia do aquífero [4,5].

O desenvolvimento de metodologias para medição, monitoramento e verificação (MMV) do CO₂ armazenado surge em função da necessidade de se identificar rapidamente locais de fuga de CO₂ para adoção de medidas de mitigação. Dentre as metodologias, as alterações geoquímicas das águas subterrâneas podem ser boas indicadoras da intrusão de CO₂ no aquífero. O estudo dessas alterações em condições de campo, em um aquífero com características físico-químicas específicas, pode auxiliar na identificação de possíveis vazamentos de CO₂ sequestrado geologicamente e, ao mesmo tempo, determinar os reais impactos decorrentes desse vazamento.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo será realizado na Fazenda Experimental da Ressacada, na Universidade Federal de Santa Catarina. Um duto vertical de injeção, com 3 metros de profundidade será instalado para liberação controlada de CO₂, simulando uma situação de vazamento na zona saturada do solo. A área será caracterizada anteriormente ao período de injeção através de análises físico-químicas do solo e da água subterrânea. As amostras de água serão coletadas através de um poço multinível, com níveis de amostragem instalados a 2 e 3 metros de profundidade. Serão analisados temperatura, pH, condutividade específica,

oxigênio dissolvido e potencial de oxidação-redução diretamente no campo através de um analisador Micropurge® Flow Cell, modelo MP20. Também serão realizadas análises para qualificação e quantificação de íons. Os ânions brometo, cloreto, nitrato, nitrito, fosfato, sulfato e acetato serão analisados por cromatografia iônica de acordo com o método 300.0 da USEPA [6]. As análises de ferro (II) e sulfeto serão conduzidas em espectrofotômetro e a determinação da acidez e da alcalinidade, através do método titrimétrico, ambas de acordo com o *Standard Methods* [7].

Para caracterização do solo, serão coletadas três amostras na campanha de *background* e determinados o pH, teor de matéria orgânica, fração de carbono orgânico, soma de bases, capacidade de troca catiônica, volume de saturação por bases, além de macro e microminerais. Os metais presentes, no solo e nas águas subterrâneas, serão analisados de acordo com os métodos 6010 e 7000 da USEPA [8,9].

3 - RESULTADOS INICIAIS E DISCUSSÃO

Um duto de injeção teste foi instalado a 8 metros de profundidade para verificação das condições operacionais de instalação e injeção de CO₂ em campo. O teste de injeção durou 15 dias e foram coletadas amostras de água subterrânea nesse período e durante os 35 dias subsequentes, com o objetivo de observar as possíveis alterações na água subterrânea nas condições de operação impostas e propor alterações, caso necessário, para o projeto principal.

Os resultados encontrados no experimento inicial mostram variações no pH e na condutividade específica nas 3 profundidades analisadas (Fig. 1).

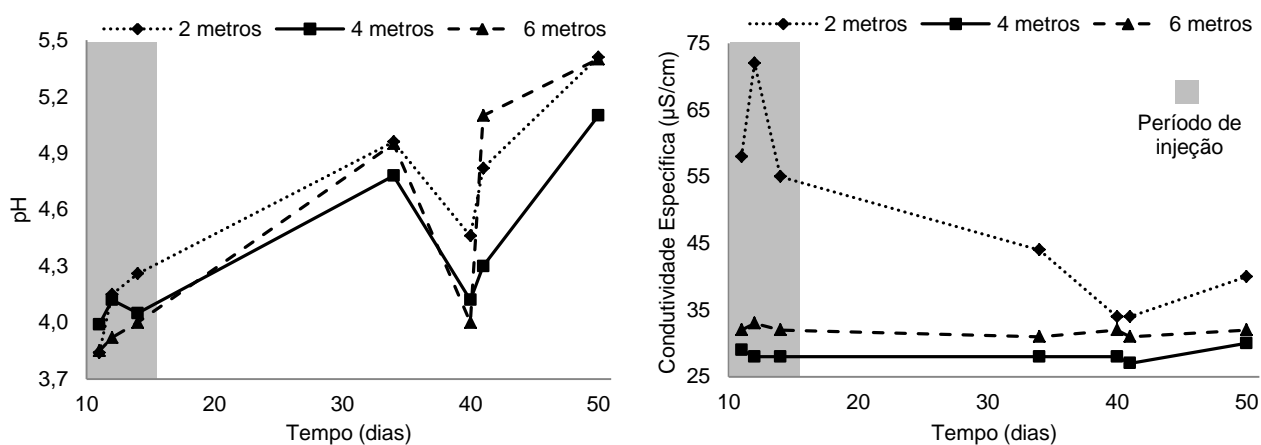


Figura 1. Variações de pH e condutividade específica detectadas ao longo do experimento teste nas 3 diferentes profundidades.

O valores médios de pH e condutividade específica, analisados em um poço controle, durante a realização do experimento, foram de 4,5 e 120 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente. Sendo assim, durante o período de injeção observou-se a diminuição do pH, ocasionado pela dissolução do CO_2 nas águas subterrâneas, causando a acidificação do meio. Em relação à condutividade específica, observou-se sua diminuição ocasionada pela intrusão de CO_2 na água subterrânea, que pode ter ocorrido em função de um possível aumento da sorção de íons na matriz do solo, uma vez que, a sorção de alguns minerais ocorre em pH próximos a 4, o que foi observado nesse experimento.

Espera-se com a realização desse trabalho o melhor entendimento dos reais impactos causados pela intrusão de CO_2 nas águas subterrâneas, em condições ambientais representativas do país, pois se trata de uma pesquisa pioneira que aborda especificamente esse tema. Novos experimentos estão em andamento e serão apresentados no evento.

4 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] White, C. M.; Strazisar, B. R.; Granite, E. J.; Hoffman, J. S.; Pennline, H. W. Separation and capture of CO_2 from large stationary sources and sequestration in geological formations--coalbeds and deep saline aquifers. *Journal of the Air & Waste Management Association (1995)* **2003**, 53, 645–715.
- [2] Bachu, S. Screening and ranking of sedimentary basins for sequestration of CO_2 in geological media in response to climate change. *Environmental Geology* **2003**, 44, 277–289.
- [3] Nordbotten, J. M.; Kavetski, D.; Celia, M. a; Bachu, S. Model for CO_2 leakage including multiple geological layers and multiple leaky wells. *Environmental science & technology* **2009**, 43, 743–9.
- [4] Espinoza, D. N.; Kim, S. H.; Santamarina, J. C. CO_2 geological storage — Geotechnical implications. *KSCE Journal of Civil Engineering* **2011**, 15, 707–719.
- [5] Carroll, S.; Hao, Y.; Aines, R. Geochemical detection of carbon dioxide in dilute aquifers. *Geochemical Transactions* **2009**, 10, 4.
- [6] USEPA - United States Environmental Protection Agency. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. Method 300.0, revision 2.1. Cincinnati, Ohio. **1993**.
- [7] American Public Health Association (APHA). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th Edition. Washington, DC. **1992**.
- [8] USEPA - United States Environmental Protection Agency. Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry. Method 6010C, revision 3. **2007**.
- [9] _____. Flame Atomic Absorption Spectrophotometry. Method 7000B, revision 2. **2007**.