

Ensaio de carbonatação mineral de CO₂ no gabro do maciço de Sines - dados preliminares do projeto InCarbon

Moita, P.^{1,4}, Berrezueta, E.², Pedro, J.^{3,4}, Miguel, C.¹, Massimo B.¹, Galacho, C.^{1,5}, Barrulas, P.¹, Mirão, J.^{1,4}, Carneiro, J.^{3,4}

1 Laboratório HERCULES, IIFA, Universidade de Évora, Portugal; 2 Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Oviedo, Espanha
3 Instituto Ciências da Terra (ICT), IIFA, Universidade de Évora, Portugal 4 Departamento de Geociências UE, ECT 5 Departamento de Química UE, ECT

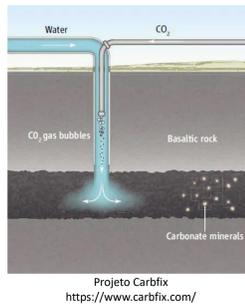
1. motivação projeto InCarbon



Portugal comprometeu-se com a neutralidade carbónica até 2050, mas o atual perfil de emissões do setor industrial indica a necessidade de recorrer a tecnologias de Captura e Armazenamento de CO₂ (CCS) para atingir esse objetivo.

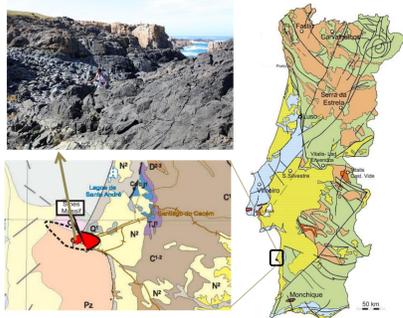
2. carbonatação mineral

A carbonatação mineral – a precipitação do CO₂ sob a forma de carbonatos por reação com alguns dos principais cátions presentes em silicatos, em rochas máficas (e.g. Ca²⁺, Fe²⁺), é uma das alternativas de sequestro de CO₂ mais estáveis e seguras como demonstrado pelo projeto-piloto CARBIFIX, em que o CO₂ é injetado em basaltos.



3. metodologia

Amostragem



O gabro do maciço de Sines foi selecionado atendendo às suas características geoquímicas e mineralógicas, bem como à sua proximidade com o principal foco de emissões de CO₂ na região do Alentejo

Preparação provetes



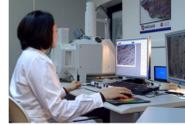
27cm³
X8/ensaio

Caracterização pré-ensaios de carbonatação

FTIR



VP-MEV-EDS



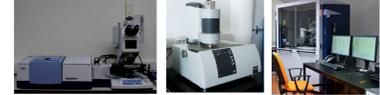
Ensaio de carbonatação



Salmoura natural
P= 80 bar, T= 40 °C
CO₂ + Amostra:
t: 1, 4, 16 e 64 dias

Caracterização pós-ensaios de carbonatação

FTIR



ATG



DRX



VP-MEV-EDS

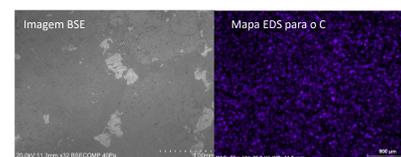
MO

4. resultados

gabro



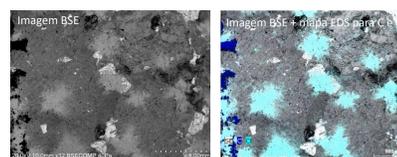
Textura ígnea que preserva as fases ferromagnesianas (olivina, piroxena, anfíbola e biotite), plagioclase e ilmenite primárias às quais se associam clorite e actinolite.



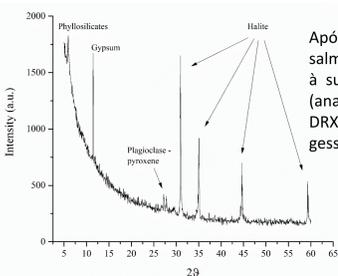
ensaio de carbonatação



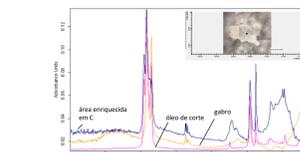
Aumento da dissolução



Ocorrência de C, Cl, Na e S à superfície



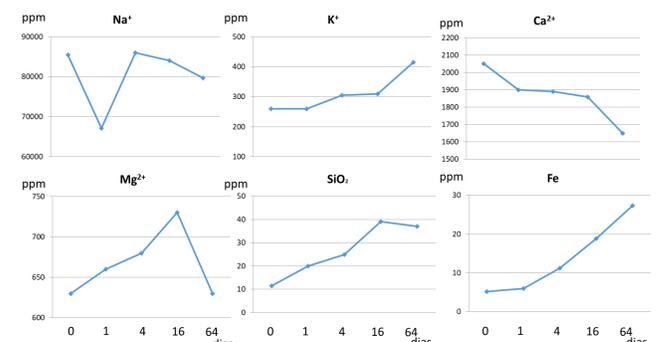
Após 64 dias de salmoura a mineralogia à superfície do provete (analisada através de DRX) corresponde a gesso e halite.



O carbono analisado à superfície não está relacionado com a precipitação de carbonatos. O espectro ATR-FTIR indica a presença de triglicéridos cuja origem está por clarificar.

salmoura

dias->	salmoura pré CO ₂					salmoura pós CO ₂ e ensaio				
	0	1	4	16	64	0	1	4	16	64
Na ⁺ (ppm)	85450	67105	86015	84050	79680					
K ⁺ (ppm)	260	260	305	310	415					
Ca ²⁺ (ppm)	2050	1900	1890	1860	1650					
Mg ²⁺ (ppm)	630	660	680	730	630					
Fe (ppm)	5,2	6	11,2	18,9	27,4					
Cl (ppm)	133500	104000	133000	124000	119000					
SO ₄ ²⁻ (ppm)	5400	5400	5600	5700	5300					
HCO ₃ ⁻ (ppm)	40	35	38	35	33					
NO ₃ ⁻ (ppm)	0	0	0	0	0					
SiO ₂ (ppm)	11,5	20	24,9	39	37					
pH	6,85	4,5	4,87	5,1	5,5					
Condutividade (µS/cm)	80000	85000	80000	75000	75000					



- I. A salmoura natural possui elevada salinidade como expectável para as condições de injeção (>800m de profundidade).
- II. A forte variabilidade dos iões em solução reflete a complexidade da dissolução dos silicatos e cristalização de halite e gesso.
- III. O pH permaneceu sempre inferior a 6 limitando a formação de carbonatos

5. considerações finais

Após os ensaios de carbonatação os primeiros dados mostram essencialmente uma dissolução dos silicatos causando uma rugosidade textural que se intensifica com o aumento do tempo de imersão em salmoura saturada em CO₂. O comportamento dos iões na salmoura ao fim dos vários dias de ensaio é variável e não se detetou precipitação de carbonatos. Ensaio futuros terão em conta o aumento da proporção rocha/salmoura e a limitação do volume de CO₂ disponível para dissolução na salmoura, na tentativa de aumentar o pH no decorrer do ensaio e aproximando as condições do ensaio das esperadas numa situação real de injeção de CO₂.

Referências

Andreani, M.; Luquot, L.; Gouze, P.; Godard, M.; Hoisé, E.; Gibert, B. Experimental Study of Carbon Sequestration Reactions Controlled by the Percolation of CO₂-Rich Brine through Peridotites. *Environ. Sci. Technol.* 43 (4),1226-1231, 2009.
Kaszuba, J. P., Janeky, D. R., and Snow, M. G. Experimental evaluation of mixed fluid reactions between supercritical carbon dioxide and NaCl brine: Relevance to the integrity of a geologic carbon repository, *Chem. Geol.*, 217, 277–293, 2005.
Klein, F and McCollom, T.M. From serpentinization to carbonation: New insights from a CO₂ injection experiment. *Earth and Planetary Science Letters* 379, 137-145, 2013.
Ketzner, J. M., Iglesias, R., Einloft, S., Dullius, J., Ligabue, R., and De Lima, V. Water-rock-CO₂ interactions in saline aquifers aimed for carbon dioxide storage: experimental and numerical modeling studies of the Rio Bonito Formation (Permian), southern Brazil, *Appl. Geochem.*, 24, 760–767, 2009.

Financiamento: Projeto InCarbon- carbonatação Mineral *in-situ*: PTDC/CTA-GEO/31853/2017