

PROSPECÇÃO DE TERRAS RARAS UTILIZANDO A TÉCNICA DE COLETA DE NANOGEOGASES 2.0: COLETA E ANÁLISE DE AMOSTRAS DE SOLO.

Alexandre Porto de Souza¹; Lilian Lefol Nani Guarieiro ²; Alexandre Pereira Wentz ²; Larissa da Silva Paes Cardoso ²

¹ Graduando em Engenharia Civil e Bolsista; Iniciação científica – CNPq; a.souza@aln.senaicimatec.edu.br

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; larissa.paes@fieb.org.br

RESUMO

A presença de grandes quantidades de Elementos Terras Raras (ETRs) no Brasil representa grande potencial de desenvolvimento econômico. A coleta e análise de nanogeogases é uma alternativa mais precisa e barata para a detecção de minerais valiosos. Este projeto visa desenvolver tecnologias utilizando métodos precisos de amostragem e pré-tratamento de solos, e a técnica de Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES) para a identificação e quantificação de partículas de ETRs. Em Novo Horizonte, Bahia, foram coletadas 22 amostras de nanogeopartículas. Destes, 12 são de Coletores Geoquímicos de Gases (CGG) e 10 de Coletores Multifuncionais de Geogases (CMG) - versão desenvolvida pelo SENAI CIMATEC. Foram também retiradas amostras deformadas e indeformadas de solo, aguardando análise física. Para análise química, curvas de calibração serão construídas utilizando a técnica ICP-OES, seguido de análise comparativa entre os coletores. Com isso, resta a conclusão da análise para verificar a viabilidade do CMG.

PALAVRAS-CHAVE: Terras Raras; Análise Elementar de Solos; Técnicas Analíticas

1. INTRODUÇÃO

A indústria mineradora brasileira é uma das indústrias mais importantes para a economia nacional fato evidenciado pelos dados do Observatório de Complexidade Econômica (OEC) que indicam que produtos minerais representam \$92.4B das exportações do país.¹ Entre os produtos minerais mais valiosos na atualidade, há os Elementos Terras Raras (ETRs), que são metais essenciais à várias novas tecnologias, como veículos elétricos, celulares, baterias e transmissão de energias verdes. O Brasil possui uma reserva de ETRs estimada em 22 milhões de toneladas.²

Para iniciar o processo de mineração, deve haver uma etapa de pesquisa mineral. Isto é um procedimento do reconhecimento regional que consiste em avaliar o conteúdo geológico da região e verificar a viabilidade de exploração mineralógica naquele local. Devido aos altos custos e longos prazos dessa fase de pesquisa e prospecção e a incerteza de sucesso, ela é considerada a etapa de maior risco de retorno do capital.³

Tradicionalmente, seria aplicado o método de sondagem mineral para realizar essa função. No entanto, este processo envolve altos custos, riscos operacionais e grande demanda de mão de obra.³ Uma alternativa à sondagem que possa reduzir essas inconveniências é a coleta e análise de nanogeogases, ou seja, de gases subterrâneos de fluxo ascendente que carregam nanopartículas de minério.³ Esse método utiliza técnicas de análise geoquímica para fornecer indicativos mais precisos da ocorrência de certos minerais, com um menor custo operacional.³

Este projeto visa desenvolver novas técnicas e tecnologias de coleta e análise de nanogeogases para a prospecção e detecção de terras raras. Isso utilizando métodos precisos de amostragem e pré-tratamento de solos, e a técnica de Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES) para identificação e quantificação de partículas de terras raras, resultando em um novo processo de pesquisa mineral de menor custo.³

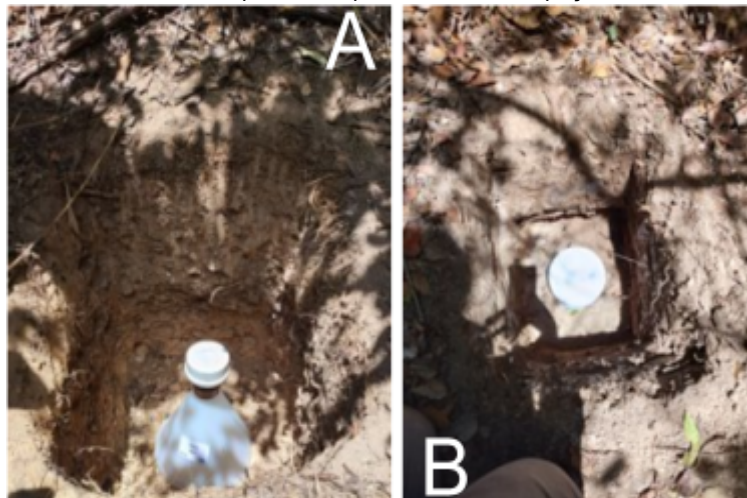
2. METODOLOGIA

O procedimento de prospecção se divide em duas fases: a de amostragem e a de análise. O processo de amostragem foi realizado em volta de Novo Horizonte, Bahia, para obter amostras deformadas e indeformadas de solo e geogases. Novo Horizonte - 12°48'30" S, 42°10'04" W - está situado em uma região semiárida do nordeste brasileiro que possui relevo acidentado, com encostas íngremes e vegetação de caatinga com mínima influência antrópica.⁴

Para a coleta das amostras foram escavados uma série de poços em 10 locais dentro da área de pesquisa. Cada um espaçado por cerca de 50 metros entre eles. Destes poços, foram retiradas amostras deformadas de solo do horizonte B - aquele abaixo da camada orgânica, a 50 cm de profundidade - utilizando pás e enxadas; e amostras indeformadas, também do horizonte B, utilizando um amostrador cilíndrico para manter as propriedades de umidade e estrutura do solo coletado. Estas foram catalogadas e guardadas em ambientes protegidos para transporte.

Além disso, 22 coletores de TEM grid foram instalados nos poços para capturar nanopartículas carregadas pelo geogas. Destes, 12 são do modelo de Coletor Geoquímico de Gases (CGG) e 10 são do modelo Coletor Multifuncional de Geogases (CMG) - uma versão nova sendo desenvolvido pelo SENAI CIMATEC, conforme Figura 01.⁴ Nos CMG, pedaços de algodão foram inseridos nas tampas para capturar nanopartículas que não fossem absorvidos pelo TEM grid. Os coletores foram mantidos enterrados na área de estudo até a fase de descomissionamento. Um coletor CGG foi retirado 15 dias após o enterro, já outro após 30 dias. Os restantes coletores - de tipo CGG e CMG - foram retirados 45 dias após o enterro e retornados ao laboratório para análise.

Figura 01: Coletores de nanopartículas posicionados nos poços. A - CGG; B – CMG.



Fonte: Própria.

O processo de análise está sendo realizado em laboratório, sendo ele dividido em análise física e química do solo. Os ensaios de análise físicas são para a determinação de granulometria, de massa específica, do limite de liquidez e do limite de plasticidade do solo. As metodologias destes procedimentos são aquelas descritas nas seguintes normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas): NBR 6458:2017⁵, NBR 7181:2018⁶, NBR 6459:2017⁷, NBR 7180:2017⁸ e NBR 6502:2022⁹.

Já para a análise química, serão construídas curvas de calibração para a identificação da presença e da quantidade de Elementos Terras Raras. As curvas de calibração para determinação de ETR são preparadas a partir do padrão 1.000 mg/L. Com isso, serão preparadas pelo menos 5 Padrões de ETR, a partir do padrão primário de 1000mg/L, mais o branco. As concentrações das soluções de calibração vão variar de 1,0 a 25 µg/L. Nessas condições, serão realizadas a construção da curva de calibração e a análise em duplicata dos resultados por Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP- EOS) com base no seu limite de detecção para identificação e quantificação de elementos terras raras em solo. A partir dos resultados, será realizada uma análise estatística para comparar a eficácia dos coletores CGG e CMG.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do processo de coleta, foram retiradas 22 amostras de TEM Grid e 10 algodões, somando em 32 amostras de nanopartículas carregadas de geogás. Foram também obtidas 10 amostras deformadas de solo e apenas 2 amostras indeformadas - isso devido a condição rochosa do solo que ameaçava deformar os amostradores cilíndricos.

O pré-tratamento dos solos, conforme Figura 02, e o encaminhamento das amostras para análise até o momento de publicação deste documento estão sendo realizados sem imprevistos e a análise das amostras continuam em suas fases iniciais. O principal resultado esperado destes experimentos seria a validação da técnica analítica instrumental por ICP-OES de caracterização química de elementos terras raras (ETRs) em solos.

Figura 02: Pré-tratamento de amostras para análise química. A - Quarteamento; B – amostras para análise; C – Mostruário



Fonte: Própria

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o término da fase de amostragem, nota-se que não houve imprevistos significativos que prejudicariam o estudo. Com isso, resta a fase da análise a ser concluída para gerar os resultados que validam, ou não, a viabilidade do Coletor Multifuncional de Geogases (CMG).

Agradecimentos

À minha orientadora Larissa Paes, por oferecer inspiração, incentivo e oportunidade de explorar a área de geotecnia.

Ao meu orientador Alexandre Wentz, por oferecer mentoria tanto em campo quanto no laboratório.

A equipe de Nanogeogases, por terem me incluído no seu projeto e pelo acolhimento ao grupo.

5. REFERÊNCIAS

- ¹ SIMOES, A.J.G.; HIDALGO, C.A. *The Economic Complexity Observatory: An Analytical Tool for Understanding the Dynamics of Economic Development*. Cambridge, Workshops at the Twenty-Fifth AAAI Conference on Artificial Intelligence, 2011. Disponível em: <<https://oec.world/en/profile/country/bra#historical-data>> Acesso em: 12 Mar. 2024.
- ² ANTONIASSI, J. L.; ULIANA, D.; Uliana, CONTESSOTTO, R.; KAHN, H.; ULSEN, C. **Process mineralogy of rare earths from deeply weathered alkali-carbonatite deposits in Brazil**. Sao Paulo, Journal of Materials Research and Technology, vol. 9, no. 4, pp. 8842–8853, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.jmrt.2020.05.128.
- ³ WENTZ, Alexandre P.; SOUZA, Beatriz A.C.; MEDEIROS, Fabiano F.; RODRIGUES, Fabrício D.; ALVES, Sara S.; GUAREIRO, Lilian L.N.; MODESTO, Paulo H.M. **Relatório Técnico Informativo - Nanogeoquímica TR - 14 agosto de 2023**. Salvador, 2023.
- ⁴ WENTZ, Alexandre P.; SOUZA, Beatriz A.C.; MEDEIROS, Fabiano F.; RODRIGUES, Fabrício D.; ALVES, Sara S.; GUAREIRO, Lilian L.N.; MODESTO, Paulo H.M. **Relatório Técnico Conceitual - Nanogeoquímica TR - 24 novembro 2023**. Salvador, 2023.
- ⁵ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6458: Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm** - Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2017.
- ⁶ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181: Análise granulométrica**. Rio de Janeiro, 2018.
- ⁷ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459: Solo** – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 2017.
- ⁸ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180: Solo** – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 2017.
- ⁹ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6502: Solos e Rochas** - Terminologia. Rio de Janeiro, 2022.