

## PROPOSTA DE MÉTODO DE AMOSTRAGEM POUCO INVASIVA EM CAMPO PARA AVALIAÇÃO DE DEPOSITOS DE MINÉRIOS

**Fabrcio Dias Rodrigues**<sup>1</sup>; Alexandre Porto de Souza<sup>2</sup>; Viviane Machado Souza<sup>2</sup>; Sara Silva Alves<sup>2</sup>; Alexandre Pereira Wentz<sup>2</sup>; Lilian Lefol Nani Guarieiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bolsista; Pesquisa Desenvolvimento e Inovação Nível 3; fabriciodrrs@gmail.com

<sup>2</sup> Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; lilian.guarieiro@fieb.org.br

### RESUMO

Este estudo visou desenvolver um método pouco invasivo de amostragem em campo para avaliar depósitos de terras raras. A amostragem foi realizada na região da Chapada, o processo incluiu o reconhecimento prévio da área e a realização das seguintes etapas: demarcação dos pontos de amostragem, preparação do terreno, limpeza da vegetação, escavação e coleta de amostras deformadas e indeformadas, seguida pelo armazenamento das amostras. Como resultado, foram coletadas amostras deformadas e indeformadas que serão empregadas para posterior análises laboratoriais. Por fim, a amostragem pouco invasiva contribuiu para a promoção de práticas de mineração mais responsáveis e para a conservação dos ecossistemas locais, garantindo um equilíbrio entre a exploração de recursos minerais e a preservação ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Método de amostragem; Sistemas tecnológicos de mineração; Desenvolvimento sustentável.

### 1. INTRODUÇÃO

A amostragem pouco invasiva representa uma abordagem inovadora e ambientalmente amigável, desempenha um papel crucial na área de mineração. Essa técnica de amostragem surge como uma alternativa sustentável na indústria de mineração, oferecendo uma via ecologicamente consciente às práticas tradicionais,<sup>1</sup> além de ser uma solução promissora pois permite a obtenção de informações sobre os recursos sem a necessidade de escavações extensivas.

Ao contrário das técnicas convencionais, que muitas vezes envolvem a degradação significativa do ambiente, a amostragem pouco invasiva utiliza técnicas para obtenção de dados sem causar danos significativos ao meio ambiente.<sup>2</sup> A amostragem pouco invasiva minimiza danos ambientais e também economiza recursos ao proporcionar uma avaliação mais rápida e abrangente das características do depósito mineral.<sup>3</sup> Essa eficiência resulta em tomadas de decisões mais assertivas, otimizando a gestão de recursos e promovendo práticas de mineração mais sustentáveis. Assim, a amostragem pouco invasiva representa uma importante evolução na busca por um equilíbrio entre as demandas da indústria mineral e a preservação ambiental.

Vale ressaltar que para que a amostragem seja bem-sucedida, o treinamento da equipe é fundamental para garantir a precisão das amostras, maximizar a eficiência operacional, adotar tecnologias e promover práticas sustentáveis. Investir na capacitação dos profissionais envolvidos nesse processo é um passo estratégico que resulta em benefícios significativos tanto para a qualidade dos dados coletados quanto para a previsão ecológica das operações (planejamento cuidadoso alinhado com os princípios da sustentabilidade).

Este trabalho faz parte de um projeto guarda chuva que irá utilizar técnicas inovadoras para a coleta de amostras para determinação da presença de terras raras em uma região de mineração, o qual requer uma etapa de planejamento do método de amostragem. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo propor um método de amostragem pouco invasiva em campo para avaliação de depósitos de terras raras.

### 2. METODOLOGIA

Para que a amostragem seja bem-sucedida, foi necessário um bom conhecimento do local e do seu entorno. O preparo da área de coleta é essencial em regiões com dificuldade de acesso e o desafio é ainda maior devido ao grau de atenção necessário a todos os detalhes. Por esse motivo, as atividades tiveram uma sequência previamente estabelecida pela equipe de trabalho, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1. Descrição da sequência de atividades de amostragem em campo.



Inicialmente foi realizada uma visita de reconhecimento do local onde foi realizada a validação da proposta, na região da Chapada na Bahia. Por questões de confidencialidade o local não poderá ser mencionado. Foi realizada uma observação da topografia, da acessibilidade e das características geológicas visíveis para otimizar o tempo de amostragem, economizar recursos e aumentar as chances de sucesso, facilitando a etapa posterior de trabalho de campo. Através do reconhecimento prévio foi identificado o local mais adequado para marcação dos pontos e locação dos equipamentos.

A demarcação dos pontos de amostragens foi uma etapa fundamental do estudo de campo. A precisão na escolha dos pontos de amostragem foi crucial para garantir que os dados obtidos fossem representativos e pudessem atender aos objetivos, permitindo a replicação de estudos e a comparação de resultados ao longo do tempo. Assim, a demarcação prévia dos pontos foi realizada com o auxílio do mapa da área. Foram usados materiais como trena, bússola (para auxiliar na orientação), caneta ou lápis, caderno de campo para registrar informações adicionais e Sistema de Posicionamento Global (GPS). Foram coletadas as coordenadas, onde cada uma representou um ponto de amostragem. A distância estabelecida entre os pontos de coleta variou entre 50 a 55 metros; esta variação deve-se às condições físicas do local (vegetação densa, condições do solo ou presença de rochas).

A área de amostragem apresentava vegetação classificada como de médio e grande porte, com espécies predominantes típicas de Caatinga, mas também foram observadas outras espécies, como, por exemplo, a aroeira-vermelha, árvore de médio a grande porte.<sup>4</sup> A área é caracterizada como vegetação de transição.

Considerando que nos locais de amostragem a vegetação apresentou-se bem densa e em alto grau de preservação, a limpeza foi fundamental para o acesso e locomoção da equipe durante a execução do trabalho e locação dos equipamentos de prospecção nos pontos determinados. Assim, para a execução desse processo foram realizadas as seguintes etapas: **(i) limpeza da vegetação:** de forma controlada e manual, com o auxílio de uma roçadeira manual (do tipo foice), uma ferramenta versátil que pode ser usada para diversas finalidades como corte, limpeza e manutenção. Também foram executadas atividades em áreas sensíveis, com o menor impacto ambiental possível; nesses locais o uso de máquinas é inadequado; **(ii) preparação do solo:** usou-se enxada, ferramenta manual com lâmina plana e larga presa a um cabo e usada para diversas tarefas. Essa etapa foi necessária, pois, antes de cavar o poço, é importante limpar a área de qualquer vegetação, incluindo gramíneas, ervas daninhas, arbustos, raízes, além de pedras soltas e outros detritos que possam atrapalhar no processo de escavação; **(iii) escavação:** essa operação foi executada com o auxílio de uma alavanca de corte e de uma cavadeira articulada, são ferramentas projetadas para cavar buracos no solo, criar orifícios de tamanhos e profundidades especificadas previamente; **(iv) retirada do solo:** tarefa que requer esforço físico, realizada com ferramenta do tipo pá, que é indicada para cavar e dar acabamento. No trabalho de campo, foi usada para retirar o solo solto oriundo da etapa anterior; conseguindo assim delimitar a escavação, conforme as medidas previamente estabelecidas; **(v) coleta de amostra deformada:** separou-se as ferramentas necessárias, incluindo: pá, enxada, balde e sacos de amostragem. Foi usada a pá ou a enxada para escavar o solo no local de coleta. Uma porção do solo escavado foi recolhido em um balde ou saco de amostragem. Cada amostra foi etiquetada indicando a profundidade e a localização da coleta, bem como outras informações relevantes. As amostras deformadas serão usadas para análises físicas, químicas e mecânicas. Elas serão preparadas e tratadas de acordo com os métodos de análise a serem realizados em laboratório; **(vi) coleta de amostras indeformadas:** as ferramentas empregadas foram um guia cilíndrico para orientação do direcionamento vertical e amostrador para anéis de aço inox. Marcou-se o local onde a amostra indeformada foi coletada, garantindo que a área fosse acessível ao cilindro amostrador. Esta coleta deve ser feita abaixo dos 50 cm da escavação. Para essa amostragem regular, o fundo do poço foi deixando completamente plano para possibilitar a fixação do guia cilíndrico de forma adequada.

Todas as amostras foram conservadas em locais adequados. Cada amostra foi armazenada em recipientes lacrados, identificada com etiqueta contendo as seguintes informações: nome do projeto, coordenadas geográficas, número do poço, código da amostra, data de coleta e horário de coleta, nome dos responsáveis pela coleta.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O A proposta metodológica estruturada para uma amostragem de solo visando a prospecção mineral, descrita no item anterior, foi realizada com sucesso. Durante o período de amostragem foi possível destacar as restrições e dificuldades em realizar testes de campo em ambientes de mata fechada. Tal fato reforça a necessidade de um planejamento estruturado anterior ao processo de coleta de amostra. Além disso, através da proposta metodológica desenvolvida é possível mitigar os danos ambientais do local de amostragem.

A Figura 2 apresenta imagens do local selecionado para amostragem de amostras de solo. É possível observar que é uma região de difícil acesso e com mata fechada. Na Figura 3, é apresentada a sequência

das atividades realizadas no campo para amostragem deformada e na Figura 4 pode-se visualizar a sequência das atividades durante o processo de coleta da amostragem indeformada.

Figura 2. Área onde foi realizada a amostragem. (A) Vista aérea da área; (B) Estrada de acesso interno; (C e D) Pontos de coleta com a vegetação preservada.



Figura 3. Coleta Deformada. (A) Retirada do solo superficial; (B) Armazenando a amostra; (C) Conferindo o peso da amostra e (D) Identificação da amostra.



Figura 4. Coleta Indeformada. (A) Guia para o amostrador; (B) Retirada do solo no entorno do cilindro amostrador; (C) Retirada da amostra e (D) Amostra embalada.



Apesar do sucesso na realização da amostragem, alguns desafios e limitações foram encontrados. Por exemplo, a localização remota do local, que exigiu uma logística cuidadosa para garantir o transporte adequado de equipamentos e materiais, a necessidade de um veículo 4x4 devido as condições precárias das estradas de acesso. Também a falta de sinal de internet dificultou a comunicação e acesso a informações durante as atividades. Em relação às condições ambientais, a vegetação baixa, densa e muitas vezes espinhosa exigiu atenção na alocação dos pontos de amostragem. Além disso, o solo seco e compactado, com fragmentos de quartzo, necessitou de esforço adicional por parte da equipe.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta metodológica apresentada mostrou-se viável e eficaz contribuindo para uma melhoria nas práticas de exploração mineral de forma mais sustentável e eficiente. Os resultados deste estudo reforçam o papel da amostragem pouco invasiva como uma ferramenta eficaz e sustentável para a caracterização de depósitos minerais, oferecendo oportunidades significativas para otimização dos processos de exploração mineral e redução dos impactos ambientais. Através da metodologia proposta, outras fases do projeto guardachuva mencionado serão realizadas. Espera-se que este trabalho incentive futuras pesquisas e iniciativas práticas visando a aplicação e aprimoramento contínuo dessas técnicas na indústria de mineração.

#### Agradecimentos

Senai-Cimatec, Mineradora Tabuleiro, CNPq Processo CNPq nº 405664/2022-2 e Sistema Fieb e Embrapii.

#### 5. REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> SHAVINA, E.; PROKOFEV, V. Implementação de princípios ambientais de desenvolvimento sustentável na região mineiral. In: *E3S Web de Conferências*. EDP Ciências, 2020.
- <sup>2</sup> LINS, C.A.C. Manual técnico da área de geoquímica: versão 5.0. 2003.
- <sup>3</sup> CAVALCANTI NETO, Mario Tavares de Oliveira; ROCHA, Alexandre Magno Rocha da. Noções de prospecção e pesquisa mineral para técnicas de geologia e mineração. 2010.
- <sup>4</sup> IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de Biomas do Brasil. 2004. ISSN 0805-2010 – *Anuário de resumos expandidos apresentados no IX SAPCT - SENAI CIMATEC, 2024*