

## ANEXO V – FORMULÁRIO INDICADORES DE IMPACTOS

Autor(a): **Luiza Maria Pereira Pierangeli**

Orientador(a): **Sérgio Henrique Godinho Silva**

Programa de Pós-Graduação em: **Ciência do Solo**

Título: **Green tech proximal sensor analyses: advances for soil, parent material and geological exploration**

**Análise “verde” com sensores próximos: avanços exploração de solo, material de origem e geológica**

### Tipos de Impactos:

sociais  tecnológicos  econômicos  culturais  outros: \_\_\_\_\_

### Áreas Temáticas da Extensão:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> 1. Comunicação                | <input checked="" type="checkbox"/> 5. Meio ambiente |
| <input type="checkbox"/> 2. Cultura                    | <input type="checkbox"/> 6. Saúde                    |
| <input type="checkbox"/> 3. Direitos humanos e justiça | <input type="checkbox"/> 7. Tecnologia e produção    |
| <input type="checkbox"/> 4. Educação                   | <input type="checkbox"/> 8. Trabalho                 |

### Objetivos de Desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU impactados

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 1. Erradicação da pobreza                              | <input type="checkbox"/> 10. Redução das desigualdades                        |
| <input type="checkbox"/> 2. Fome zero e agricultura sustentável                 | <input type="checkbox"/> 11. Cidades e comunidades sustentáveis               |
| <input type="checkbox"/> 3. Saúde e Bem-estar                                   | <input type="checkbox"/> 12. Consumo e produção responsáveis                  |
| <input type="checkbox"/> 4. Educação de qualidade                               | <input checked="" type="checkbox"/> 13. Ação contra a mudança global do clima |
| <input type="checkbox"/> 5. Igualdade de Gênero                                 | <input type="checkbox"/> 14. Vida na água                                     |
| <input type="checkbox"/> 6. Água potável e Saneamento                           | <input type="checkbox"/> 15. Vida terrestre                                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> 7. Energia Acessível e Limpa                | <input type="checkbox"/> 16. Paz, justiça e instituições eficazes             |
| <input checked="" type="checkbox"/> 8. Trabalho decente e crescimento econômico | <input type="checkbox"/> 17. Parcerias e meios de implementação               |
| <input checked="" type="checkbox"/> 9. Indústria, Inovação e Infraestrutura     |   |

### Impactos sociais, tecnológicos, econômicos e culturais

A pesquisa em questão aborda a importância crítica do material de origem do solo na variabilidade do mesmo, destacando os desafios impostos pela complexidade e inacessibilidade desses materiais em solos profundos. A utilização de sensores proximais, como a espectroscopia de fluorescência de raios X portátil (pXRF) e a suscetibilidade

magnética (SM), surge como uma solução prática para predizer o material de origem, contribuindo significativamente para a busca global por alternativas energéticas sustentáveis. O lítio (Li), elemento chave nas baterias recarregáveis de íons de Li, é o foco da procura, exigindo métodos de exploração econômicos e eficientes para a identificação de novos depósitos, especialmente em pegmatitos de lítio-césio-tântalo (LCT), fontes primárias de Li.

A tese é composta por três artigos que exploram desde a criação de modelos preditivos espaciais de material de origem para diferentes tipos de rochas até a avaliação da eficácia do pXRF e do algoritmo random forest (RF) na predição da concentração de Li em amostras de solo. Os resultados indicam métodos alternativos e econômicos para mapear a variabilidade espacial do material de origem do solo, com o artigo I alcançando uma acurácia na predição de material de origem (coeficiente Kappa = 0,85 e acurácia geral = 0,93), e o artigo II apresentando um coeficiente Kappa de 0,77 e uma acurácia global de 0,85. O modelo de predição de Li (artigo II) demonstrou um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,86, um erro quadrático médio (RMSE) de 68,5 mg kg<sup>-1</sup> e um desvio do resíduo de predição (RPD) de 1,78. A comparação de dois sistemas pXRF revelou resultados semelhantes em relação às concentrações elementares em materiais de referência certificados.

Os impactos sociais incluem a potencial geração de empregos e o desenvolvimento de competências técnicas na operação e interpretação de dados de pXRF e SM. Tecnicamente, a pesquisa promove a inovação em métodos de prospecção mineral. Economicamente, a eficiência dos métodos propostos pode reduzir os custos de exploração mineral, influenciando o mercado de lítio. Culturalmente, a pesquisa contribui para a conscientização ambiental e valorização do conhecimento geológico local. Os impactos estão alinhados com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, especialmente no que diz respeito à energia acessível e limpa (ODS 7), trabalho decente e crescimento econômico (ODS 8), indústria, inovação e infraestrutura (ODS 9), e ação contra a mudança global do clima (ODS 13).

### **Social, technological, economic and cultural impacts**

The research in question addresses the critical importance of soil parent material in soil variability, highlighting the challenges posed by the complexity and inaccessibility of these materials in deep soils. The use of proximal sensors, such as portable X-ray fluorescence spectroscopy (pXRF) and magnetic susceptibility (SM), emerges as a practical solution to predict parent material, significantly contributing to the global search for sustainable energy alternatives. Lithium (Li), a key element in rechargeable Li-ion batteries, is the focus of demand, requiring economical and efficient exploration methods to identify new deposits, especially in lithium-cesium-tantalum (LCT) pegmatites, Li primaries source.

The dissertation is composed of four articles that explore everything from the creation of spatial predictive models of parent material for different types of rocks to the evaluation of the effectiveness of pXRF and the random forest (RF) algorithm in predicting Li concentration in soil samples. The results indicate alternative and economical methods for mapping the spatial variability of soil parent material, with article I achieving accuracy in the

prediction of parent material (Kappa coefficient = 0.85 and overall accuracy = 0.93), and article II presenting a Kappa coefficient of 0.77 and an overall accuracy of 0.85. Li's prediction model (article II) demonstrated a coefficient of determination ( $R^2$ ) of 0.86, a root mean square error (RMSE) of  $68.5 \text{ mg kg}^{-1}$ , and a residual prediction deviation (RPD) of 1.78. Comparison of two pXRF systems revealed similar results regarding elemental concentrations in certified reference materials.

Social impacts include potential job creation and the development of technical skills in the operation and interpretation of pXRF and SM data. Technologically, the research promotes innovation in mineral prospecting methods. Economically, the efficiency of the proposed methods can reduce mineral exploration costs, influencing the lithium market. Culturally, research contributes to environmental awareness and appreciation of local geological knowledge. The impacts are aligned with the UN Sustainable Development Goals, especially concerning affordable and clean energy (SDG 7), decent work and economic growth (SDG 8), industry, innovation and infrastructure (SDG 9), and action against global climate change (SDG 13).

---

Assinatura do(a) autor(a)

---

Assinatura do(a) orientador(a)