

Nome do Aluno: Isabelle Cristina Souza Moura

Supervisor do Estágio: Paulino Ribeiro Villas Boas

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

## ESTÁGIO NO LABORATÓRIO NACIONAL DE AGRO-FOTÔNICA DA EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO: APLICAÇÃO DA TÉCNICA LIBS PARA ANÁLISE DE NUTRIENTES EM SOLO E EM FOLHA, COM DESTAQUE PARA A DETECÇÃO DE ENXOFRE.

### INTRODUÇÃO

- Estágio realizado na Embrapa Instrumentação (São Carlos/SP);
- Experimentos conduzidos no Laboratório Nacional de Agro-Fotônica (LANAF);
- Principal atuação da unidade: pesquisa e desenvolvimento de instrumentações analíticas, tecnologias, metodologias e serviços aplicados à agricultura, ao meio ambiente e ao agronegócio.

### OBJETIVOS

- Estudo da Espectroscopia de Emissão Óptica com Plasma Induzido por Laser (LIBS);
- Análise qualitativa e avaliação do desempenho do equipamento LIBS portátil na detecção de enxofre (S) em amostras de solo e folha;
- Desenvolvimento de modelo de calibração simples para investigar parâmetros analíticos em ambas matrizes.

### ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

- Revisão bibliográfica sobre a técnica LIBS*
- Técnica analítica baseada nos fundamentos da espectroscopia de emissão atômica;
- Possui instrumentação simples e versátil, dispensa o uso de reagentes e requer mínimo preparo de amostras;
- **Análise de Enxofre:** nutriente presente em pequenas quantidades em solos e folhas; difícil de ser detectado por outras técnicas.

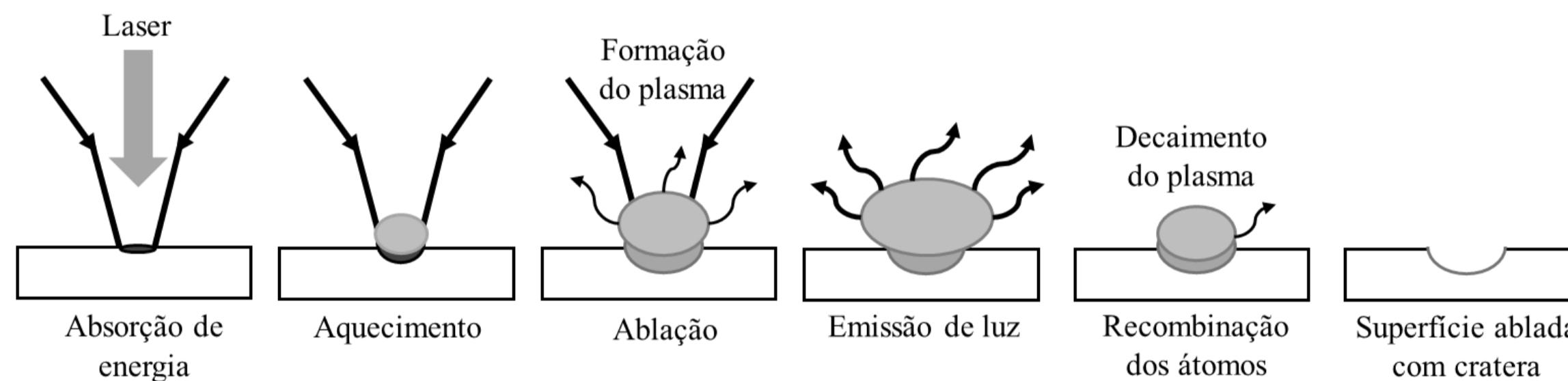


Figura 1. O processo LIBS. Fonte: Adaptado de Harmon et al, 2025, p. 609.

#### Procedimento experimental

Amostras Certificadas:

Solo (Silty Clay 1);  
Folha de Pêssego.

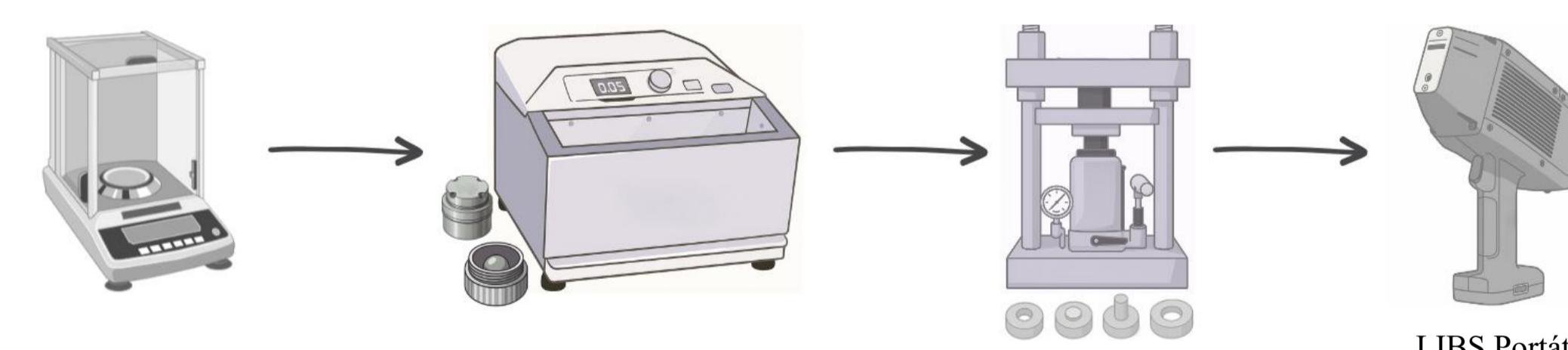


Figura 2. Esquematização do Procedimento Experimental. Fonte: BioRender.

### OBSERVAÇÕES FINAIS

- Foi possível detectar o enxofre em ambas as matrizes com o LIBS portátil;
- Apesar das limitações, o equipamento demonstrou seu potencial de uso em análises rápidas e in situ, indicando caminhos para melhorias futuras, como:
  - Investigação das interferências nos picos, associada a baixa resolução do instrumento;
  - Causas da maior dificuldade de medição em determinadas matrizes;
  - Ajustes experimentais, operacionais e de pré-processamento dos dados.
- Com o estágio foi possível consolidar os conceitos teóricos e práticos adquiridos ao longo do curso de Química, complementando significativamente a formação técnica e acadêmica.

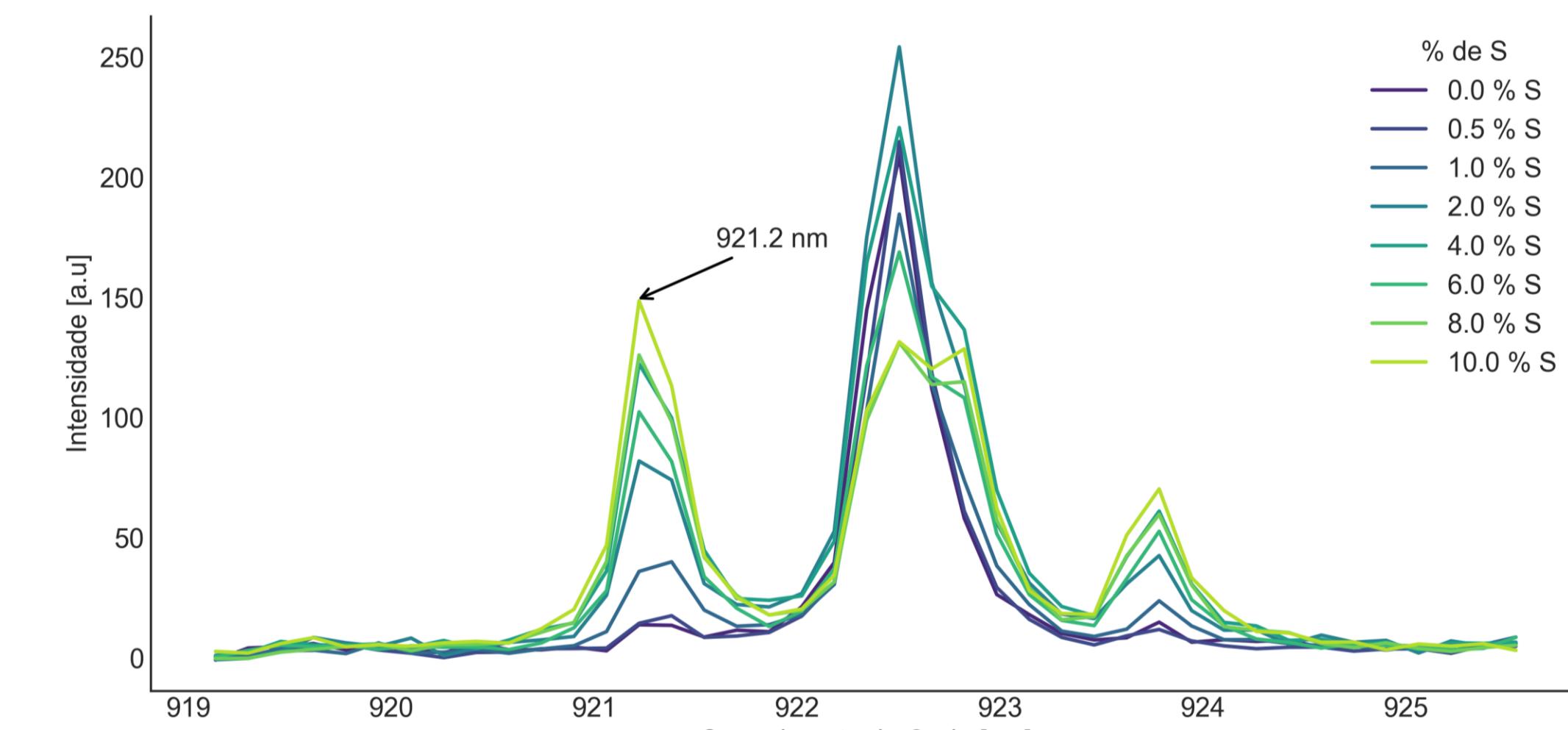


Figura 3. Espectro LIBS da amostra de solo. Fonte: Python

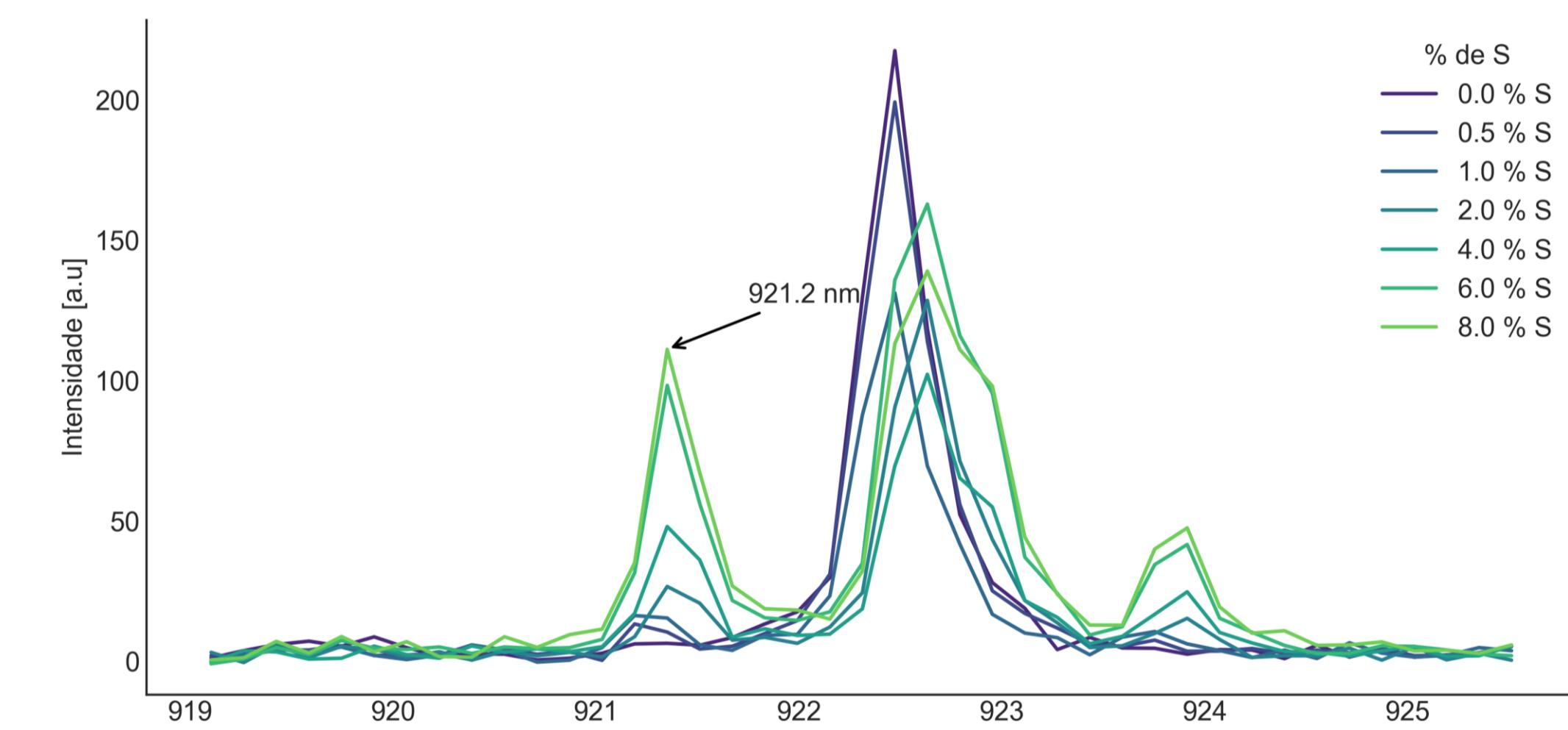


Figura 4. Espectro LIBS da amostra de folha. Fonte: Python

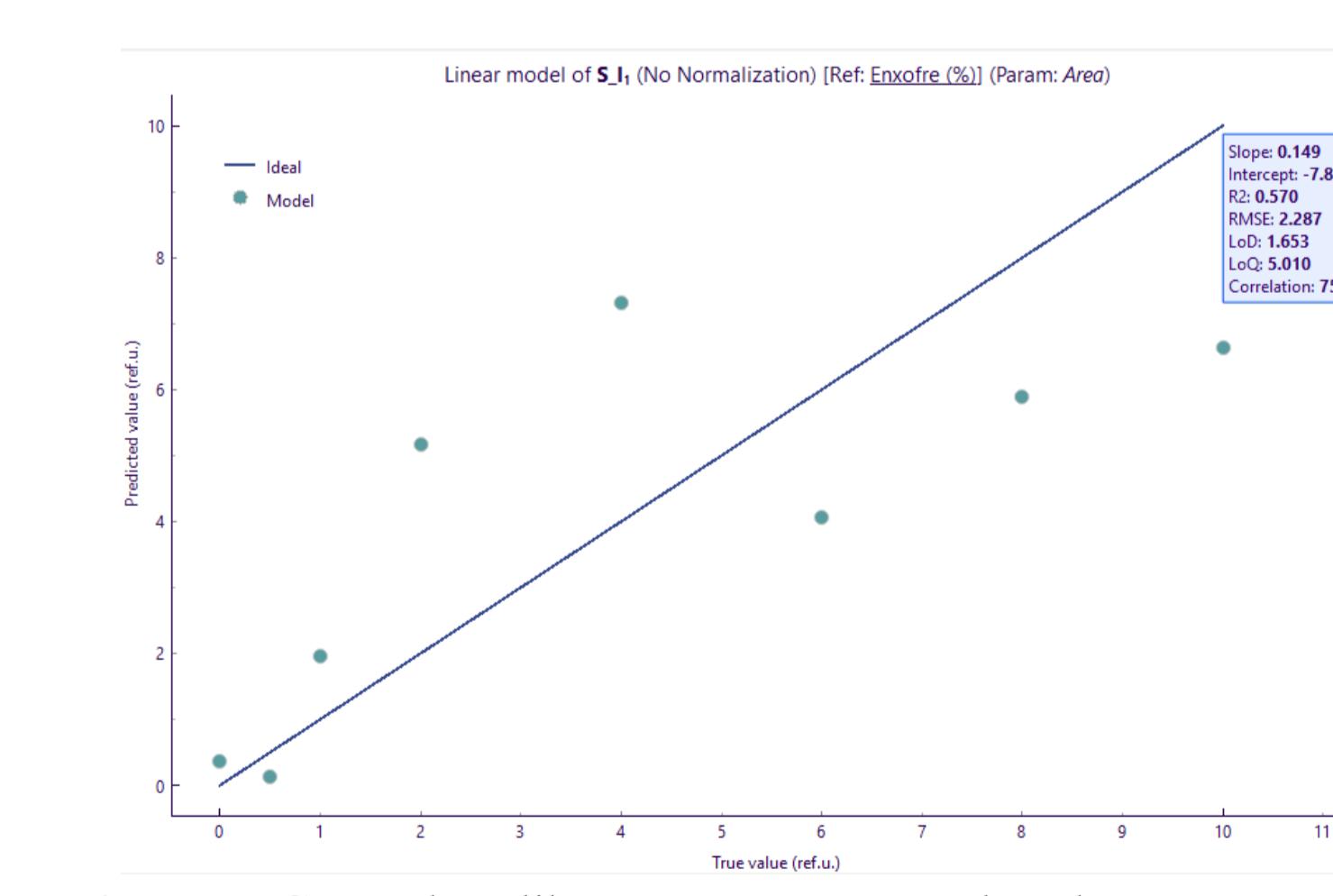


Figura 5. Curva de calibração para amostra de solo. Fonte: LIBSsa

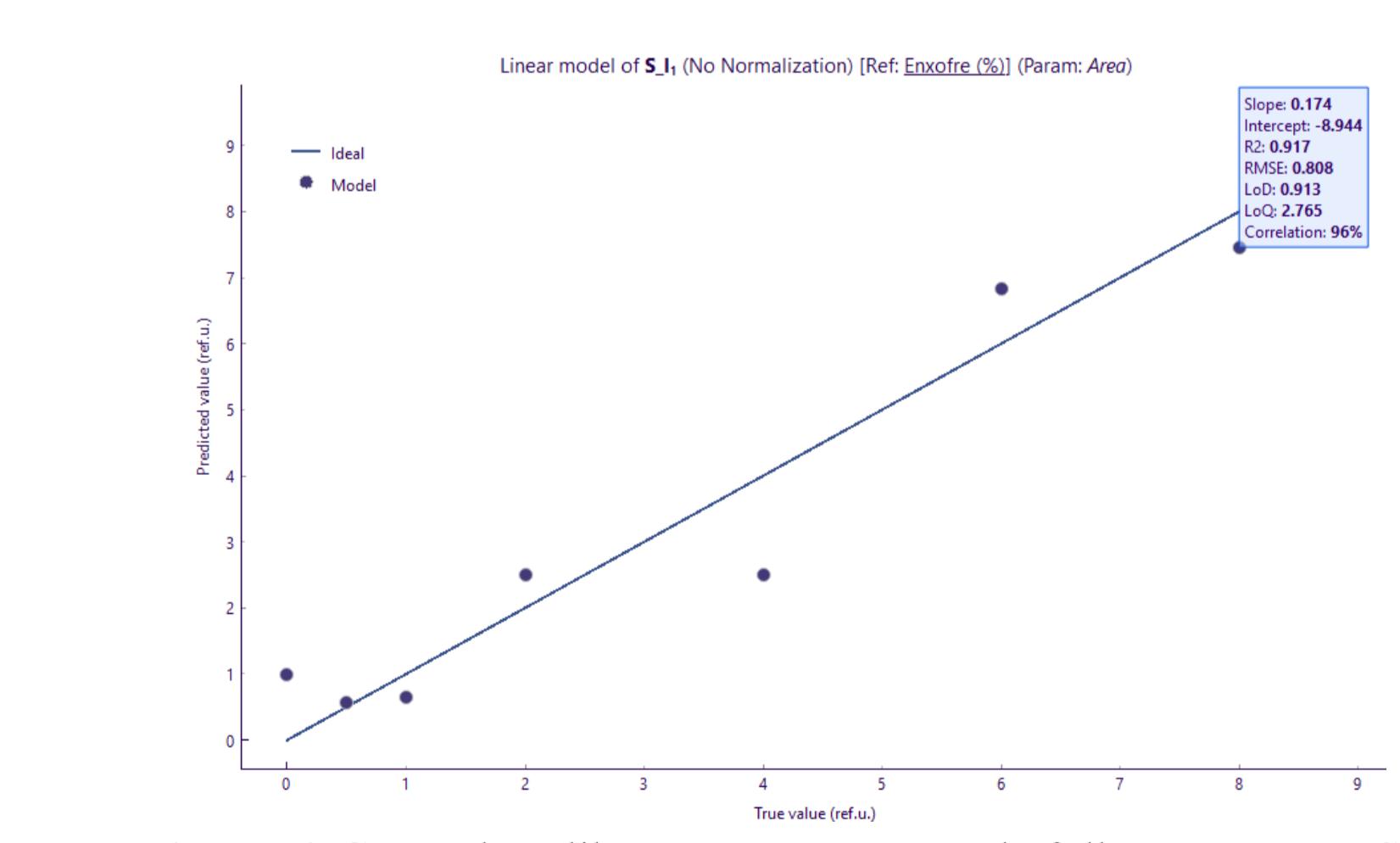


Figura 6. Curva de calibração para amostra de folha. Fonte: LIBSsa

Professora responsável  
pela Disciplina:

Profº. Drª. Marcia Nitschke

### AGRADECIMENTOS

Agradeço à Embrapa Instrumentação pela oportunidade de realizar este estágio, ao meu supervisor pela orientação e aos colegas de laboratório pelo apoio ao longo do desenvolvimento do trabalho. Agradeço também ao IQSC/USP e à docente da disciplina pelo suporte.