

## AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO DEGRADADO ATRAVÉS DA QUANTIFICAÇÃO DE GLOMALINA DENTRO DO BIOMA AMAZÔNICO.

<sup>1</sup> Doutoranda no Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais - PGCA, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba – ICTS, UNESP, Sorocaba, SP. E-mail para contato: marcela.merides@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor Dr na Faculdade de Engenharia de Sorocaba.

<sup>3</sup> Professora Dra na Pontifícia Universidade Católica Campinas

<sup>4</sup> Professor Dr no Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba – ICTS Departamento de Gestão e Recuperação de Terras, UNESP, Sorocaba.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.03.04-9 Sistemas de Informação

Apresentado no

10º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP ou no 4º Congresso de Pós-Graduação do IFSP

27 e 28 de novembro de 2019- Sorocaba-SP, Brasil

**RESUMO:** Na restauração de solos degradados por mineração em ambientes tropicais, é essencial conhecer indicadores que representem as condições físicas, químicas e principalmente biológicas do ecossistema. Considerando que a Glomalina é uma glicoproteína componente das hifas fungos micorrízicos arbusculares, fortemente relacionada à atividade biológica do solo, sua quantificação pode consistir em um bom indicador de qualidade ambiental. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo identificar potencial indicador de qualidade do solo através da quantificação do teor da glicoproteína relacionada à glomalina facilmente extraível (GFE) e glomalina total (GT) do solo, em amostras de diferentes níveis de recuperação experimental da floresta tropical, na Amazônia brasileira. O método utilizado foi BRADFORD (1976) modificado por WRIGHT & UPADHYAIA (1998). Os resultados mostram que os valores obtidos corresponderam aos valores da comunidade científica internacional, variando de 2.07 à 4.41 mg (GFE) e 3.14 à 5.14 mg (GT), diferenciando os níveis de recuperação de acordo com a idade das áreas. Deste modo, a quantificação da glomalina pode evidenciar a representatividade da proteína como forte indicador de qualidade do solo, considerando que correspondeu significativamente, diferenciando os níveis de recuperação da área degradada por mineração em floresta tropical.

**PALAVRAS-CHAVE:** qualidade solo; qualidade ambiental; indicadores ambientais; mineração; restauração ecológica.

## QUALITY ASSESSMENT OF DEGRADATED SOIL THROUGH GLOMALIN QUANTIFICATION WITHIN THE AMAZON BIOME.

**ABSTRACT:** Restoration of degraded soils by mining in climatic environments, it is essential to know indicators that represent physical, chemical and mainly biological conditions of the ecosystem. That glomalin is a glycoprotein component of hyphae tree mycorrhizal fungi, highly specialized in soil biological activity, its quantification may be a good indicator of environmental quality. Thus, the present study aimed to identify the potential indicator of soil quality by quantifying the glycoprotein content, useful for easily extractable glomalin (GFE) and total glomalin (GT) in soil, in samples of different soil levels. experimental recovery of the rainforest in the Brazilian Amazon. The method used was BRADFORD (1976) modified by WRIGHT & UPADHYAIA (1998). The results shown as the selected values correspond to the values of the international scientific community, ranging from 2.07 to 4.41 mg (GFE) and 3.14 to 5.14 mg (GT), differentiating recovery levels according to age of areas. In this mode, a glomalin quantification can show the protein representativeness as a strong indicator of soil quality, considering that the difference in the recovery levels of the degraded area by mining in the tropical forest corresponds.

**KEYWORDS:** Soil Quality; Environmental Quality; environmental indicators; mining; ecological restoration.

### INTRODUÇÃO

A indústria mineradora tem forte influência na economia brasileira, no entanto resulta em múltiplos danos ao ecossistema. Por tanto, programas de recuperação de áreas degradadas tornam se essenciais a fim de mitigar ou compensar os impactos negativos e danos ambientais (Leinfelder, et al. 2015; MMA, 2015, Gandolfi, 2017). Esse processo envolve uma dinâmica complexa, de longo prazo, pelo qual se busca o retorno da condição produtiva das terras altamente degradadas restaurando os processos ecológicos e a capacidade de resiliência do meio (Lei et al., 2016, Leinfelder, et al. 2015).

Desta forma, o entendimento sobre indicadores de qualidade no processo de recuperação vêm sendo trabalhados na literatura, a fim de avaliar os resultados da recuperação de áreas degradadas. Estudos realizados em áreas mineradas em recuperação em ecossistemas brasileiros demonstram que a importância da atividade microbológica nesse processo (Longo et al, 2011; Yada et al, 2015, Ribeiro et al, 2016; Fengler, 2018). Por tanto, a quantificação da glomalina pode consistir em um bom indicador de recuperação por atender integralmente os fatores e por ser correlacionada com importantes atributos do solo. A Glomalina é uma glicoproteína hidrofóbica e imunorreativa, componente das hifas fungos micorrízicos arbusculares fortemente relacionada às atividades biológicas do solo (Purina et al, 2005; Rillig, 2006, Truber, 2013, Luna et al, 2018).

Desse modo, o objetivo deste projeto é desenvolver uma nova abordagem para qualificação do solo através da quantificação de glomalina de ambientes em recuperação na Amazônia Brasileira. Considerando que as florestas tropicais brasileiras concentram-se uma das maiores reservas minerais do mundo e a escassez de pesquisas relacionadas a esse assunto, a presente pesquisa busca avançar em um campo pouco explorado na comunidade científica, a fim de identificar potenciais indicadores da condição ambiental do meio avaliando o processo de recuperação ecológica de áreas degradadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em sete minas desativadas na Floresta Nacional do Jamari (FLONA do Jamari), em diferentes áreas, sendo, em condição recém-minerada, em processo inicial de recuperação, em processo avançado e na florestal natural e por fim, será verificada a representatividade do parâmetro na qualificação do processo de recuperação.

As amostras de solo foram coletadas e secas ao ar livre, por 15 dias, e em seguida seguiram para o processo de extração da proteína do solo relacionada à glomalina (PRSG), frações denominadas glomalina total (GT) e glomalina facilmente extraível (GFE), através método de BRADFORD (1976) modificada por WRIGHT & UPADHYAIA (1998). Para a quantificação de glomalina seguiu-se o método BRADFORD (1976) modificada por WRIGHT et al. (1996). Foi utilizado soro albumina bovina (BSA) para geração de uma curva padrão e em seguida a leitura em espectrofotômetro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas nos teores de glomalina facilmente extraível (GFE) e glomalina total (GT), após a utilização das diferentes meios de extração. Os teores de glomalina encontrados no presente estudo estão próximos aos encontrados por Purin (2005) em áreas agrícolas 1,08 a 5,85 mg-1 solo, GFE e GT respectivamente. Em solo de floresta, esses autores encontraram valores de entre 10,56 mg-1 para GFE e 15,67 mg-1 para GT. Luna et al., (2018), apresentou resultados semelhantes no estudo em área degradada em processo de recuperação sob condições climáticas semiáridas GT e GEF (3,83 e 0,82 g kg-1, respectivamente), corroborando com o presente estudo. Entretanto, nos valores de glomalina verificados no solo pode existir uma ampla variação nos teores encontrados, dependendo do tipo de manejo, diferença textural do solo, clima e outras variáveis diretamente relacionadas (Truber, 2013).

As tabelas 1 e 2 apresentadas abaixo são relacionadas à quantificação do teor da glicoproteína relacionada à glomalina facilmente extraível e glomalina total demonstram média das 5 amostras quantificadas, os valores obtidos concentram-se dentro dos valores obtidos pela comunidade internacional respaldando o presente estudo.

TABELA 1. Valores da quantificação da proteína do solo relacionada à Glomalina Facilmente Extraível.

|                      | Glomalina Facilmente Extraível (GFE) |         |         |         |         |         |          |      |
|----------------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|------|
|                      | Nível 0                              | Nível 1 | Nível 2 | Nível 3 | Nível 4 | Nível 5 | Capoeira | Mata |
| <b>Média (mg)</b>    | -1.05*                               | 2.07    | 2.08    | 2.57    | 2.89    | 4.41    | 4.84     | 4.65 |
| <b>Desv.padrão</b>   | -                                    | 0.13    | 0.34    | 0.43    | 0.35    | 0.19    | 0.33     | 0.32 |
| <b>Coef. Correl.</b> | -                                    | 4.5     | 11.7    | 16.5    | 12.5    | 4.3     | 6.74     | 9.1  |

\*valores negativos não significativos (quantificação abaixo do limite).

TABELA 2. Valores da quantificação da proteína do solo relacionada à Glomalina Total (GT).

|                      | <b>Glomalina Total (GT)</b> |         |         |         |         |         |          |      |
|----------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|------|
|                      | Nível 0                     | Nível 1 | Nível 2 | Nível 3 | Nível 4 | Nível 5 | Capoeira | Mata |
| <b>Média (mg)</b>    | -0.45*                      | 3.14    | 3.29    | 3.61    | 3.48    | 5.14    | 7.36     | 5.04 |
| <b>Desv.padrão</b>   | -                           | 0.21    | 0.32    | 0.16    | 0.15    | 0.45    | 0.37     | 0.33 |
| <b>Coef. Correl.</b> | -                           | 6.3     | 9.6     | 6.7     | 6.1     | 7.7     | 4.97     | 8.1  |

\*valores negativos não significativos (quantificação abaixo do limite).

Analisando o teor de glomalina (GFE e GT) encontrados em diferentes níveis de recuperação, foi possível evidenciar o aumento significativo comparado à floresta natural Mata e capoeira. A área nível 0 representa uma área degradada sem manejo, com valores negativos para concentração de glomalina, ou seja, sem atividade biológica presente (-1.05 e -0.45, GFE e GT). Já as áreas nível 1, 2, 3 e 4, estão em estágio intermediário de recuperação com 10, 12, 14 e 18 anos de manejo, apresentaram valores bem próximos umas das outras, tanto para GFE quanto para GT (tabela 1 e 2). Enquanto a área nível 5, com mais de 20 no processo de recuperação apresentou os maiores valores, chegando próximos aos valores do ecossistema de referência Mata e Capoeira, conforme tabela 1 e 2.

## CONCLUSÕES

Considerando o desempenho e a representatividade da glomalina na avaliação no processo de recuperação ecológica de áreas degradadas, é possível evidenciar glicoproteína como potencial indicador de qualidade do solo, considerando que correspondeu significativamente, diferenciando os níveis de recuperação da área degradada por mineração em floresta tropical.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio e disponibilidade técnica do Laboratório de Recuperação de Terras do Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba – ICTS/ Unesp.

## REFERÊNCIAS

- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for mycorrhizal association with barley on sewage-amended plots. *Soil Biology and Biochemistry*, v.20, p. 945-948, 1976.
- GANDOLFI, S. Uma Teoria sobre o Processo de Restauração Ecológica de Florestas Tropicais e Subtropicais. Tese de Livre Docência, Escola Superior de Agricultura, Piracicaba, SP, 2017.
- LEI, H.; PENG, Z.; , H.; YANG, Z. Vegetation and soil restoration in refuse dumps from open pit coal mines. *Ecological Engineering*. 94 (2016) 638–646. 2016.
- LEINFELDER, R.R., IRAMINA, W.S., ESTON, S.M. Mining as a tool for reclamation of a Degraded Area. *Rev. Esc. Minas*. 68, 215-220. 2015.

LONGO, R. M.; RIBEIRO, A. I.; MELO, W. J. Uso da adubação verde na recuperação de solos degradados por mineração na floresta amazônica. *Bragantia*. 70, 139-146. 2011.

LUNA, L., MIRALLES, I., ANDRENELLI, M., GISPERT, M., PELLEGRINI, S., VIGNOZZI, N., SOLÉ-BENET, A. Restoration techniques affect soil organic carbon, glomalin and aggregate stability in degraded soils of a semiarid Mediterranean region. *Catena*. 2016.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano de Manejo da Floresta Nacional do Jamari – Rondônia. Volume II, Brasília, 2005.

RIBEIRO, A.I., LONGO, R.M., FENGLER, F.H., MEDEIROS, G.A.; BRESSANE, A., CROWLEY, D.E., MELO, W.J. Use of Self-Organizing Maps in the identification of different groups of reclamation sites in the Amazon Forest – Brazil. *International Journal of Sustainable Development and Planning*. 11, 827-833, 2016.

PURIN, S. & RILLIG, M. C. The arbuscular mycorrhizal fungal protein lomalin: Limitations, progress, and a new hypothesis for its function. *Pedobiologia*, 5(2): 123-130, 2007.

RILLIG, M. C. & MUMMEY, D. L. Mycorrhizas and soil structure. *New Phytol.*, 171: 41-56, 2006.

TRUBER, P. V. Agregação de solo e ocorrências de fungos micorrízicos arbusculares em sistemas de rotação de cultura. Dissertação de Mestrado e Ciências Agrárias – Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho de Jaboticabal, 2013.

WRIGHT, S.F.; UPADHYAYA, A. A survey of soils aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Soil*, v.198, p. 97-107, 1998.

YADA, M.M., MINGOTTE, F.L.C., MELO, W.J., MELO, G.P., MELO, V.P., LONGO, R.M., RIBEIRO, A.I. Atributos químicos e bioquímicos em solos degradados por mineração de estanho e em fase de recuperação em ecossistema Amazônico. *R. Bras. CI. Solo*. 39, 714-724, 2015.