



Diagnóstico da qualidade dos solos pela Cromatografia Circular de Pfeiffer em sistema agroflorestal no Assentamento Nova Esperança I em São José dos Campos/SP.

Diagnosis of soil quality by Paper chromatography in an agroforestry system in Nova Esperança I rural settlement, São José dos Campos/SP.

SILVA, Débora Guerreiro de O.¹; CARMO, Dirlane de Fátima²; NORONHA, Leonardo de Lima³

¹Universidade Federal Fluminense, Instituto de Geociências, debora_guerreiro@id.uff.br;

²Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente, dirlanefcl@id.uff.br;

³Consultor, leonardo.lima.noronha@gmail.com

RESUMO EXPANDIDO

Eixo Temático: Manejo de Agroecossistemas

Resumo: Sistemas agroflorestais (SAFs) são atrativos para agricultores familiares por apresentarem diversidade de cultivos que podem ser conduzidos pautados em práticas agroecológicas, promovendo a melhoria da qualidade dos solos. Uma das formas de avaliar a saúde do solo é por meio da Cromatografia Circular de Pfeiffer (CCP), que é uma técnica que pode ser realizada com materiais simples e de baixo custo, pelo próprio agricultor, que também poderá interpretar os resultados, permitindo assim o monitoramento da atividade. Neste trabalho foram avaliadas amostras de solo de uma unidade de assentamento rural, antes e após a implantação de SAFs. Foi utilizada a CCP. As amostras demonstraram solos aerados mas com baixo teor de matéria orgânica, entretanto, os solos manejados sob SAF apresentaram maior atividade metabólica e enzimática.

Palavras-chave: análise de solo; agroecossistema; transição agroecológica.

Introdução

Florestas, sistemas agrícolas e sistemas agroflorestais (SAFs) têm seu desenvolvimento vegetativo diretamente relacionado com os aspectos físicos, químicos e biológicos do solo. Para o produtor agrícola desenvolver um manejo que favoreça o aumento da saúde vegetal, é imprescindível conhecer as condições do solo, pois assim, é possível obter melhores resultados em seus cultivos. Geralmente, essa análise é efetuada através do envio de amostras de solo para laboratórios, o que pode ser caro, dependendo da quantidade de amostras, e lento, pois requer profissionais especializados (MELO et al., 2019).

Uma das alternativas aos métodos convencionais para avaliação do solo agrícola é a Cromatografia Circular de Pfeiffer (CCP), inicialmente utilizada em análises químicas e adaptada por Ehrenfried Pfeiffer (1899–1961), vem sendo difundida entre agricultores que atuam sob uma perspectiva agroecológica. Os resultados



obtidos são interpretados através de um indicativo qualitativo e biológico através das cores e formas do cromatograma (PFEIFFER, 1984). Segundo Pfeiffer (1984), a cromatografia não substitui a análise química das frações do solo, mas acessa com maior fidelidade a vitalidade do solo e seu nível de organização ao refletir seu estado de saúde e assim, adequar o manejo agrícola aos cultivos vegetais do agroecossistema.

A CCP tem sido um método de interesse de pesquisa por países como Austrália, Brasil, Colômbia, entre outros (KOKORNACZYK et al., 2016, AGUIRRE; PIRANEQUE; DIÁZ, 2019; FORD et al., 2021; GRACIANO et al., 2020) e este, pode ser um grande aliado para o monitoramento do sistema de manejo e, portanto, subsidiar uma análise contextual da fertilidade e saúde de um sistema agroecológico como um todo por agricultores familiares (FOLLADOR, 2014). Ao observar, pensar e experimentar, o produtor ganha autoconfiança para seguir com práticas agrícolas que se aproximam do ecossistema natural e, de acordo com Primavesi (2008), aumentam o nível de biodiversidade no agroecossistema, ao fornecer matéria orgânica diversificada e realizar a manutenção da diversidade vegetal.

Considerando as contribuições dos SAFs na melhoria do solo, o objetivo deste trabalho foi realizar a avaliação da qualidade do solo através da Cromatografia Circular de Pfeiffer antes e após a implantação de SAFs.

Metodologia

O Assentamento Nova Esperança I está localizado na zona rural do município de São José dos Campos, São Paulo, a 13 km da APA do Banhado e 30 km da APA Serra da Mantiqueira. A homologação do assentamento ocorreu em 2001, e em 2014 através da Rede Agroflorestal do Vale do Paraíba foram realizados mutirões para a implantação de Sistemas Agroflorestais em sete unidades do assentamento (DEVIDE et al., 2020).

O assentamento caracteriza-se por apresentar, em grande parte, relevo ondulado a forte ondulado, com a presença dos solos Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico ou Latossólico álico. Em algumas áreas apresenta relevo plano, onde predominam os solos Latossolo Vermelho-Amarelo, além dos Cambissolos e Planossolos distróficos arenosos aluviais nas baixadas (ROSSI, 2017). Apresenta precipitação anual de 1.195 mm a 1.805 mm, com quatro a cinco meses secos (NOVAIS; GALVANI, 2022).

Para o entendimento da cromatografia, o primeiro passo é realizar um diagnóstico da área onde será feita a avaliação. As áreas escolhidas para as amostras de solo foram: uma área cuja cobertura se mantém de braquiária, fruto de uma antiga pastagem, e outra área que consiste de um canteiro onde houve conversão de SAF em novembro de 2021. O manejo desta faz o consórcio de hortaliças (alface, espinafre, milho, couve e outras) com linhas de frutíferas (bananeira, araçá, pêra e



outras) e guandu. A temperatura registrada segundo estação do INMET mais próxima no dia da coleta foi máxima de 21,6°C e mínima de 19,3°C.

A coleta das amostras de solo foi realizada pelo agricultor da unidade familiar com o auxílio de enxada respeitando a profundidade de 0-20 cm. Posteriormente foi colocada para secar naturalmente à sombra. A metodologia de análise foi desenvolvida pelo químico Enríde Pfeiffer (PFEIFFER, 1984), adaptada por Sebastião Pinheiro (RESTREPO; PINHEIRO, 2011) e aplicada em regiões da América Latina.

A técnica foi realizada em formato de oficina, para que outros agricultores tivessem a oportunidade de conhecê-la e realizá-la de forma prática. A bibliografia básica foi utilizada para a interpretação dos cromatogramas, principalmente de Restrepo e Pinheiro (2011), que desenvolveram a técnica; bem como conhecimentos adquiridos em capacitações realizadas com agricultores que a praticam há mais tempo. Assim, foi observado o cromatograma mais nítido das triplicatas de cada amostra e buscou-se identificar características predominantes de cada zona, as quais variam de tamanho de acordo com a composição do solo, e a interação entre elas, com a possibilidade de identificar níveis de fertilidade e qualidade do solo.

Resultados e Discussão

A partir da experiência de implantação de SAFs de forma progressiva em diferentes glebas dentro do lote do assentamento em estudo, foi possível analisar uma área ainda com capim braquiária em estágio inicial da implantação, onde ocorreu somente a aplicação de pó de rocha. Esta área foi determinada, com finalidade de pesquisa didática, o marco zero da transição agroflorestal. Enquanto que, em uma determinada gleba já implantada em novembro de 2021, traria uma resposta dos processos bioquímicos ocorridos no solo em vista às intervenções realizadas.

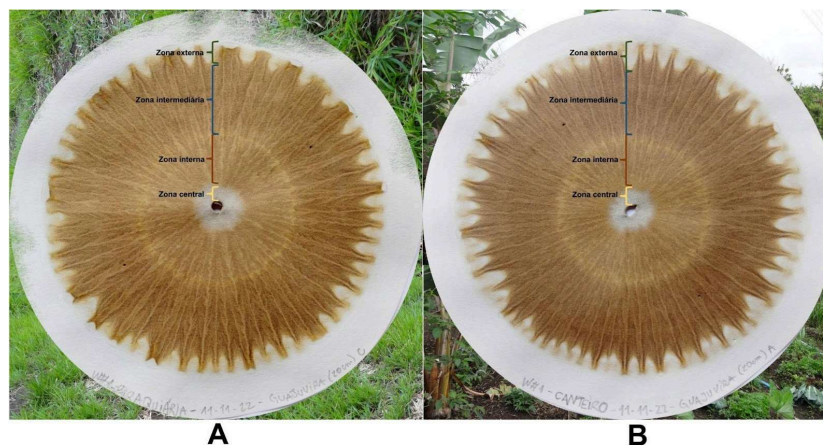
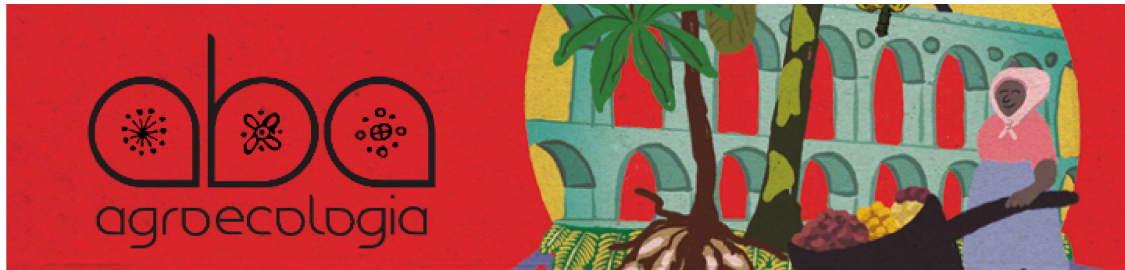


Figura 1 - Cromatogramas da área sem o manejo de SAF (A) e da área com o manejo de SAF (B).



A zona central, que é o anel mais interno do cromatograma, é onde estão representadas as substâncias biodisponíveis do solo, as quais são dissolvidas pela ação da soda cáustica e reagem com a solução de nitrato de prata. Ela também é denominada zona de oxigenação e se associa ao ciclo do nitrogênio presente no solo que, quando presente, demonstra coloração branco creme (RESTREPO; PINHEIRO, 2011). Pode-se observar a partir do resultado do cromatograma da área de braquiária (Figura 1-A) que a zona central está normalmente desenvolvida, com uma suave integração à zona interna.

A amostra do canteiro com SAF implantado (Figura 1-B) possui zona central de coloração semelhante e também apresenta boa aeração, já que ambas possuem solos de textura mais arenosa. Já a coloração acinzentada dos dois cromatogramas se relaciona com a ausência de compostos nitrogenados no solo (RESTREPO; PINHEIRO, 2011). Em estudo feito por Aguillón (2014) observou-se que a análise química de cromatogramas com tal característica apresenta boa textura e aceitável conteúdo de matéria orgânica.

A zona interna, também denominada zona mineral, é onde se retêm as substâncias mais pesadas, sendo sua maioria resultante de reações dos minerais presentes na amostra. Na análise da área sem implantação de SAF esta zona do cromatograma apresenta coloração aceitável, contudo, demonstra certa dificuldade na disponibilidade de minerais no solo, isso se deve, de acordo com Rivera (2014), a leve divisão observada com a zona intermediária. A área de SAF também possui tal característica, entretanto, sua zona interna está mais integrada com a seguinte, a zona intermediária.

Na zona proteica ou intermediária é onde se expressa a presença ou ausência de matéria orgânica. Na área B, a coloração da zona interna e intermediária está um marrom mais escuro do que a área de braquiária, correspondente à maior presença de matéria orgânica crua como a lignina. Apesar disso, os raios que a partir da zona central atravessam as zonas interna e intermediária na amostra de SAF, apresentam melhor integração e abertura do que na área de braquiária, demonstrando que seu material orgânico está mais biologicamente ativo (RESTREPO; PINHEIRO, 2011).

A última zona a ser avaliada é a zona enzimática ou zona externa, onde se manifestam “nuvens” e bordas na forma de dentes que indicam abundância ou ausência de nutrientes disponíveis e ativos ao cultivo. Ao comparar as duas análises, na amostra B, a zona externa se apresenta com aspecto mais desejado, pois sua conexão com a zona anterior é maior, mesmo que, ainda incipiente, Restrepo e Pinheiro destacam a integração das zonas como.... Além disso, suas nuvens e dentes estão pouco formados e definidos. Em função dessas características, o solo B demonstra maior atividade enzimática e maior saúde nutricional. Esses dados são similares aos observados por Siqueira et al. (2016) ao comparar amostras de fragmentos florestais, de SAFs e de pastagem e melhores



que os encontrados por Barros e Franco (2022), ainda que estes autores tenham considerado os resultados satisfatórios.

A partir dos resultados expostos, percebe-se que não há compactação do solo, pois a zona central se apresenta em um tamanho adequado demonstrando bom fluxo de água e gases. Pode-se perceber que o sistema agroflorestal apresenta um solo mais rico em matéria orgânica, bem como atividade enzimática do que o solo de braquiária. Contudo, é importante salientar a ausência de compostos nitrogenados e a baixa variedade nutricional disponível para a atividade microbiológica, que acaba por promover seu metabolismo através das reservas do solo, indicando assim, a potencialidade para aplicação de bioinsumos.

A fim de aprimorar o sistema, é possível retirar da análise da cromatografia circular importantes próximos passos para o manejo do sistema agroflorestal. Ao buscar melhorar a atividade dos microrganismos e, portanto, sua alimentação, é necessário incrementar a biodiversidade na matéria a ser incorporada ao solo, bem como a adubação verde. Segundo Primavesi (1984), a adubação verde juntamente com outros materiais dá aporte de nutrientes de forma equilibrada e alavanca o metabolismo da fauna edáfica, proporcionando plantas mais saudáveis.

Conclusões

Os resultados obtidos através das análises dos cromatogramas apresentaram a identificação de baixa disponibilidade de matéria orgânica no solo das duas áreas analisadas. Provavelmente, este resultado está relacionado com a recente implantação do sistema. Ainda assim, a área com manejo de SAF apresentou maior atividade metabólica e enzimática em comparação com a área onde o sistema de cultivo ainda não foi implantado.

Deste modo, a realização da cromatografia circular de Pfeiffer na área de estudo demonstrou as diferenças entre áreas anteriores ao estabelecimento de um sistema agroflorestal agroecológico e também permitiu a análise dos meses iniciais após o funcionamento, manejo e fatores ambientais do agroecossistema.

Agradecimentos

Aos agricultores assentados pela recepção e participação; agradecimento especial ao agricultor Altamir Bastos que dispôs seu tempo e troca de conhecimentos durante as análises. Ao Oliver Blanco que fez parte da capacitação, qual foi essencial para o entendimento desta valiosa técnica.

Referências bibliográficas

AGUIRRE, Sonia E.; PIRANEQUE, Nelson V.; DIÁZ, Carlos J. Valoración del estado del Suelo en Zona de Bosque Seco Tropical Mediante Técnicas Analíticas y Cromatogramas. **Información Tecnológica**, v. 30, n. 6, p. 337 - 350, 2019.



Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000600337>> Acesso em: 19 junho. 2022.

BARROS, Carlos E.; FRANCO, Fernando S. Contribuições da cromatografia circular de Pfeiffer para análise da saúde do solo. **Cuad. Geogr. Rev. Colomb. Geogr.** v.31 no.2. Bogotá, 2022. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-215X2022000200395&script=sci_ar ttext&tlng=pt> Acesso em: 18 de agosto. 2023.

DEVIDE, Antonio C. P.; LEITE, Anna C.; RIBEIRO, Suzana L. S.; CASTRO, Cristina M.; QUEVEDO, José M.G. Conexões que transformam a sociedade e o ambiente: Ações da Rede Agroflorestal do Vale do Paraíba no Assentamento Nova Esperança I de São José dos Campos, São Paulo, Brasil. **Biogeografia e Paisagem**, v. 1, p.163-185, 2020.

FOLLADOR, Bruno. Composting as a Free Deed: Being and Becoming. **Star & Furrow**, Issue 12, 2014. Disponível em: <<https://biodynamics.on.ca/wp-content/uploads/2009/12/Bruno-compost-as-a-free-de ed.pdf>> Acesso em 10 julho. 2022.

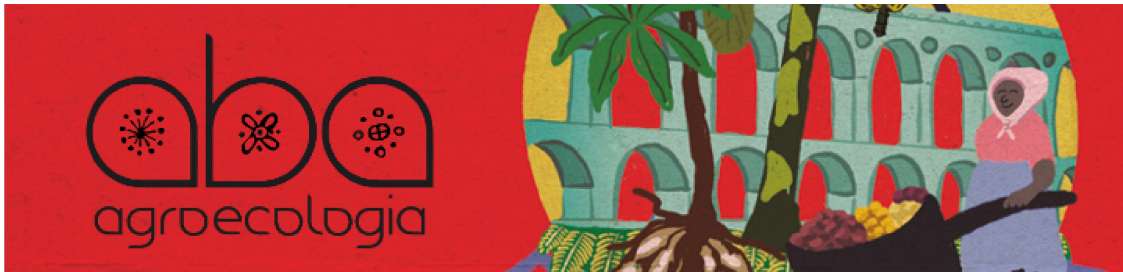
FORD, Benjamin M.; STEWART, Barbara A.; TUNBRIDGE, David J.; TILBROOK, Pip Paper chromatography: An inconsistent tool for assessing soil health. **Geoderma**, v. 383. 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016706120325386>> Acesso em: 15 junho. 2022

GRACIANO, Igor; MATSUMOTO, Leopoldo S.; DEMÉTRIO, Gilberto B.; PEIXOTO, Erika C. T. M. Evaluating Pfeiffer Chromatography for Its Validation as an Indicator of Soil Quality. **Journal of Agricultural Studies**, v. 8, No. 3, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.5296/jas.v8i3.16336>> Acesso em: 19 de junho. 2022.

KOKORNACZYK, Maria O.; PRIMAVERA, Fabio; LUNEIA, Roberto; BAUMGARTNER, Stephan; BETTI, Lucietta. Analysis of soils by means of Pfeiffer 's circular chromatography test and comparison to chemical analysis results. **Biological Agriculture & Horticulture**, v. 33, 1-15, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/01448765.2016.1214889>> Acesso em 19 junho. 2022.

MELO, David M. A; REIS Eduarda F.; COARACY, Thiago N.; SILVA, Wedson O; ARAÚJO, Alexandre E. Cromatografia de Pfeiffer como indicadora agroecológica da qualidade do solo em agroecossistemas. **Revista Craibeiras de Agroecologia**. v. 4, 2019. Disponível em: <<https://www.seer.ufal.br/index.php/era/article/view/7653>> Acesso em 05 de julho. 2022.

NOVAIS, Giuliano T.; GALVANI, Emerson. Uma tipologia de classificação climática aplicada ao estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**. v. 42,



2022. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/184630>> Acesso em: 20 outubro. 2022.

PFEIFFER, Ehrenfried E. **Chromatography applied to quality testing. Wyoming, USA: Bio-Dynamic.** Farming and Gardening Association, 1984. 44 p. Disponível em:

<<https://books.google.com.br/books?id=k6J7EawdnYsC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>> Acesso em: 10 julho. 2022

PRIMAVESI, Ana M. Agroecologia e manejo do solo. **Revista Agriculturas**, v. 5 2008. Disponível em

<<http://aspta.org.br/files/2014/10/Artigo-1-Agroecologia-e-manejo-do-solo.pdf>>

Acesso em: 05 de junho. 2023

PRIMAVESI, Ana M. **Manejo Ecológico do solo: A agricultura em regiões tropicais.** São Paulo, Brasil. 1982.

RIVERA, Jairo R.; PINHEIRO, Sebastião. **Cromatografía: imágenes de vida y destrucción del suelo.** Colombia. 2011.

RIVERA, Jairo R. **Manual de AgriCULTURA ORGÂNICA.** Santa Catarina, Brasil. 2014. Disponível em:

<http://www.ecoagri.com.br/web/wp-content/uploads/Manual_AgriCULTURA_ORGANICA_Jairo_Restrepo_Rivera.pdf> Acesso em 20 de agosto. 2023

ROSSI, Marcio. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado.** Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Instituto Florestal. São Paulo: 2017. 118 p. Disponível em:

<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/wp-content/uploads/sites/234/2017/11/Livro_Solos1.pdf> Acesso em: 22 maio. 2022.

SIQUEIRA, Josiane B.; MARQUES, Glaucia dos S.; FRANCO, Fernando S. Construção de Conhecimento Agroecológico Através da Experimentação da Cromatografia de Pfeiffer, uma Análise Qualitativa dos Solos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11 n. 2. 2016. Disponível em: <<https://revistas.aba-agroecologia.org.br/cad/article/view/21618>> Acesso em: 17 agosto. 2023.