

USO DA CROMATOGRAFIA PFEIFFER COMO FERRAMENTA NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SOLOS E SUA RELAÇÃO COM INDICADORES QUÍMICOS E BIOLÓGICOS

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.14.23.VI-008>

Aline Gomes Batista da Conceição (*), Elaine de A. Oliveira Coringa, Josias do Espírito Santo Coringa, Fabiana Aparecida de Campos Magalhães Buzetti.

* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, alinegomes200194@gmail.com

RESUMO

A avaliação da qualidade do solo é realizada por meio de indicadores químicos, físicos e biológicos, obtidos por meio de análises laboratoriais muitas vezes dispendiosas em custo e tempo, além de serem ambientalmente poluentes. A cromatografia circular de Pfeiffer (CCP) é uma técnica qualitativa de baixo custo utilizada para avaliação dos processos vitais do solo, tais como disponibilidade de nutrientes e matéria orgânica, atividade biológica do solo por meio da avaliação visual do cromatograma, obtido em papel filtro e revelado com solução de nitrato de prata. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade de solos sob diferentes coberturas vegetais utilizando a cromatografia Pfeiffer aliada aos indicadores biológicos do solo. Foram coletadas amostras superficiais de solos do IFMT Cuiabá campus Bela Vista, sendo: solo sem cobertura vegetal, solo com plantio de girassol, solo com plantio de milho e solo com plantio de capim cidreira. Todos os solos foram analisados quanto aos seus parâmetros físicos, químicos e biológicos, e os cromatogramas foram produzidos pela técnica da CCP. Através deste estudo foi possível diferenciar a qualidade dos solos pelos cromatogramas obtidos, que estiveram diretamente correlacionados com as propriedades químicas e biológicas, em especial o teor de matéria orgânica, índices de atividade da biomassa microbiana e atividade enzimática.

PALAVRAS-CHAVE: atividade enzimática, húmus, cromatografia.

INTRODUÇÃO

O solo é a base da agricultura e a sua saúde deve ser acompanhada. O monitoramento das propriedades do solo tem por objetivo fornecer dados para tomada de decisões em âmbito agrícola ou ambiental, além de ser uma forma de estudar e distinguir os diversos agroecossistemas de uma região, contribuindo para a compreensão dos processos envolvidos e para formas de manejo mais eficientes.

A avaliação da qualidade do solo é realizada por meio de indicadores químicos, físicos e biológicos, obtidos por meio de análises laboratoriais muitas vezes dispendiosas em custo e tempo, além de serem ambientalmente poluentes. Além disso, o acesso a essas análises geralmente tem um custo elevado para muitos agricultores, e a interpretação em conjunto desses indicadores normalmente não é realizada.

A cromatografia circular de Pfeiffer (CCP) é uma técnica qualitativa de baixo custo utilizada para avaliação dos processos vitais do solo (RAZERA, 2021), além de ser ambientalmente correta, pois não há geração de resíduos químicos como nas análises convencionais de solos. Constitui uma ferramenta bastante utilizada por agricultores da América Latina, especialmente ligados a sistemas conservacionistas.

Essa técnica permite demonstrar, de forma conjunta, as propriedades biológicas (como atividade enzimática e atividade da biomassa microbiana do solo), propriedades físicas (umidade, textura, minerais) e propriedades químicas (macro e micronutrientes, matéria orgânica) do solo por meio da avaliação visual do cromatograma obtido (RIVERA; PINHEIRO, 2011).

O cromatograma da CCP é produzido em papel filtro circular impregnado com uma solução reveladora, onde a amostra de solo diluída em solvente específico é depositada, e os componentes da amostra são separados em zonas específicas do cromatograma por partição líquido-líquido. Esse resultado é interpretado em função das cores e zonas do papel, que são atribuídas aos componentes mineral, orgânico e biológico do solo (PFEIFFER, 1980; PINHEIRO, 2011). A zona central do cromatograma corresponde à atividade microbiana do solo, representada principalmente pela respiração e oxigenação do solo; a zona intermediária mostra a presença ou ausência de minerais no solo; a zona periférica indica o equilíbrio enzimático e a matéria orgânica do solo (Figura 1).

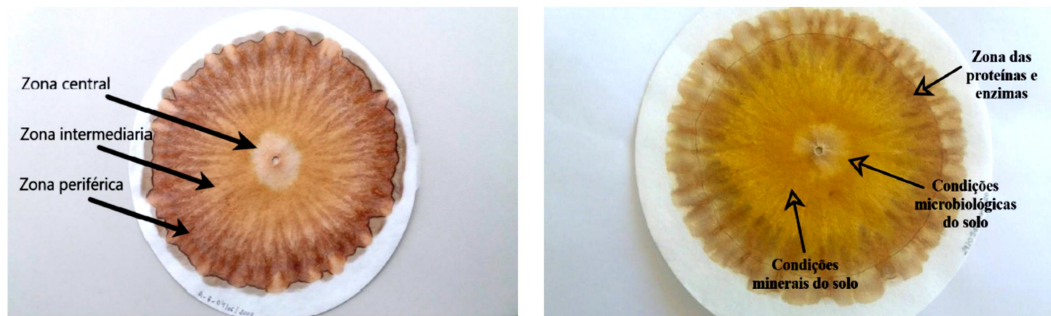


Figura 1: Cromatograma circular obtido na CCP e suas zonas de interpretação. Fonte: ALMEIDA et al, (2018).

OBJETIVO

Avaliar a qualidade de solos sob diferentes coberturas vegetais utilizando a cromatografia Pfeiffer aliada aos indicadores biológicos do solo.

METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido em área urbana, nas dependências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, IFMT campus Cuiabá Bela Vista (Figura 2). A área para estudo consistiu em uma toposequência de solos com diferentes coberturas, sendo: área 1: situada nas coordenadas geográficas S 15°34'52,1598" e W 56°3' 35,24724", com solo descoberto e revolvido pela aração; área 2: nas coordenadas S 15°34'48,9828" e W 56°3'35,3448", solo cultivo de girassol; área 3: nas coordenadas geográficas S 15°34'48,864" e W 56°3'37,51848", sob cultivo de capim-cidreira; área 4, nas coordenadas S 15°34'48,7398" e W 56°3'37,69884", sob cultivo de milho. O manejo empregado nos solos foi convencional, com utilização de gradagem para o preparo do terreno e retirada da cobertura vegetal, adubação e correção do solo.

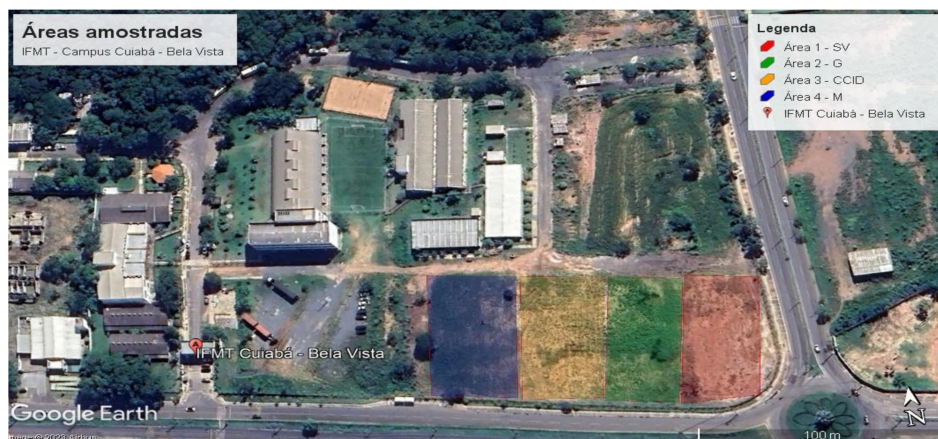


Figura 2: Localização das áreas de amostragem dos solos no IFMT - campus Cuiabá Bela Vista. Legenda: SV= sem vegetação (AREA 1); G= girassol (AREA 2); CCID= capim – cidreira (AREA 3); M= milho (AREA 4). Fonte: Google Earth (2023).

A amostragem dos solos foi realizada na profundidade de aproximadamente 15 cm, com o auxílio do trado holandês. Para cada área foi amostrada uma quantidade suficiente de amostras simples em um balde, onde foram homogeneizadas e transferidas para sacos plásticos para compor as amostras compostas. As amostras destinadas às análises biológicas e enzimáticas foram mantidas sob refrigeração, enquanto as destinadas às demais análises foram secas ao ar por 72 horas, peneiradas em malha 2,0 mm para obtenção da TFSA (terra fina seca ao ar). Todas as análises foram efetuadas no Laboratório de Solos do IFMT.

As análises químicas realizadas foram: pH em água e em KCl pelo método potenciométrico; carbono orgânico total pelo método do dicromato (YEOMANS; BREMNER, 1988), análise granulométrica pelo método da pipeta; umidade gravimétrica. Cada amostra foi analisada, em triplicata, de acordo com a metodologia da Embrapa (2011) e do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC, 2009).

As análises biológicas e enzimáticas foram: atividade da enzima fosfatase pelo método BioAS da Embrapa (CASTRO et al., 2018; MENDES et al., 2019; 2021); respiração basal do solo pelo método da incubação por 7 dias e posterior quantificação por titulação com solução de ácido clorídrico 0,5 M; carbono da biomassa microbiana pelo método da irradiação-extração; determinação dos índices de atividade da biomassa microbiana qCO_2 (índice metabólico) e $qMic$ (índice microbiano).

A cromatografia circular de Pfeiffer baseou-se na metodologia original de Pfeiffer adaptada por FORD et al. (2021): para cada amostra de solo foi preparado um papel filtro impregnado com solução de nitrato de prata 0,5% (solução reveladora), que foi colocado sob um suporte em placa de petri contendo o extrato do solo em solução de hidróxido sódico a 1%, a fim de umedecê-lo por capilaridade (BARROS, 2020). Depois de umedecido com o extrato do solo até a marca de 6 cm, o papel filtro foi seco em local escuro por 12 horas para a total revelação das zonas do cromatograma (Figura 3).



Figura 3: Montagem dos cromatogramas dos extratos de solo. Fonte: os autores.

RESULTADOS

Os resultados das análises das propriedades químicas, biológicas e enzimáticas dos solos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises químicas, biológicas e enzimáticas dos solos.

Solos	pH água	pH KCl	COT	RBS	CBMS	Fosfatase	Qmic	QCO ₂
1	4,54	4,96	0,03	0,02	32,73	43,63	10,91	0,061
2	6,73	6,10	0,40	0,06	76,36	44,29	1,91	0,079
3	6,71	6,03	0,70	0,57	87,27	63,95	1,25	0,653
4	6,75	6,06	1,12	9,22	109,10	47,07	0,97	8,451

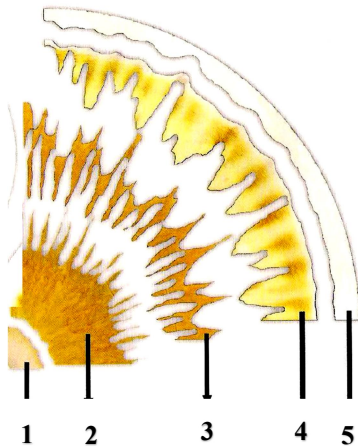
COT: carbono orgânico total (%); RBS: respiração basal do solo ($mg CO_2/kg/h$); CBMS: carbono da biomassa microbiana ($\mu g/g$); Fosfatase ácida ($\mu g/g/h$); Qmic: quociente microbiano (%); QCO₂: quociente metabólico (%).

Os cromatogramas obtidos dos solos das áreas em estudo estão listados abaixo (Figura 4).



Figura 4: Cromatogramas dos solos das áreas: 1 (solo descoberto); 2 (plantio de girassol); 3 (plantio de capim cidreira); 4 (plantio de milho). Fonte: os autores.

A interpretação dos cromatogramas seguiu o Guia prático de Cromatografia Pfeiffer da Embrapa (PILON et al., 2018), conforme Figura 5.



1. Zona central: zona da atividade mineral, processos de mineralização, oxigenação e sistema poroso do solo.
2. Zona interna: zona da química do solo. Relaciona-se com atividade microbiológica (fungos e bactérias); observa-se aqui também a textura do solo e propriedades da argila.
3. Zona intermediária: zona da matéria orgânica do solo. Refere-se também à zona da fauna do solo
4. Zona externa: zona do alimento potencial do solo, também zona do húmus disponível e atividade enzimática/microbiológica

Figura 5: Zonas de interpretação dos cromatogramas. Fonte: PILON et al. (2018)

Todos os solos apresentaram textura franco-argilo-arenosa, sem indícios de compactação e coletados em época seca, com baixa umidade do ar.

O solo 1 é o mais ácido, com pouca matéria orgânica e baixa atividade enzimática pela falta de cobertura vegetal. O Carbono da biomassa microbiano é baixo devido à falta de matéria orgânica no solo, o Q_{mic} elevado indica que o carbono que permanece no solo é somente o remanescente da biomassa microbiana e o QCO_2 baixo indica baixa atividade metabólica gerada pela pobreza em matéria orgânica (Tabela 1).

O Cromatograma solo 1 (Figura 4) mostra área central maior que todos os outros solos, indicando maior aeração e porosidade, cor branca indicando excesso de adubação nitrogenada, uso de adubos solúveis; zona interna de cor clara com radiais indicando bom aporte mineral no solo (mais minerais que matéria orgânica); zona intermediária com pontos afiados como rodas de engrenagem denotam solo sem estrutura e com pouca matéria orgânica; zona externa cor amarelo claro a incolor, sem manchas e sombras indica ausência de atividade enzimática e de substâncias húmicas.

Os solos 2 e 3 possuem pH pouco ácido, níveis de COT e CBMS intermediários devido à cobertura vegetal de girassol e capim cidreira. O Cromatograma solo 2 (Figura 4) mostra área central pequena indica pouca atividade biológica do solo e zona interna de cor clara sem linhas radiais indicando escassez de nutrientes minerais; zona intermediária de cor marrom escuro com ausência de dentes, indicando baixo teor de matéria orgânica; zona externa de cor marrom escuro e ausência de dentes com borda pouco lisa indicando baixa atividade enzimática. Há presença de atividade microbiológica no solo, mas com pouco alimento (pouca matéria orgânica no solo).

Os solos 3 e 4 também apresentaram valores semelhantes de pH e COT, porém observou-se maior atividade enzimática fosfatase no solo 3 devido ao tipo de cobertura vegetal (capim cidreira) rica em compostos orgânicos antioxidantes que favorecem a atividade microbiana e enzimática do solo.

O solo 4 é mais úmido, pouco ácido e com maiores teores de matéria orgânica devido ao milho (gramínea) e consequente maior atividade microbiana, dados os maiores teores de CBMS e RBS. O maior valor de RBS e qCO_2 do solo 4 indica intensa atividade metabólica no solo, devido à qualidade da biomassa vegetal, rica em compostos lignocelulósicos e substâncias húmicas mais estáveis.

Por isso, os cromatogramas dos solos 3 e 4 são similares, diferindo na sua zona interna (mais clara no solo 3) e presença de linhas radiais suaves (evidentes no solo 4, indicando solo em recuperação, com matéria orgânica e atividade biológica.). Os dois apresentam zona externa mais escura, indicando húmus disponível e atividade enzimática/microbiológica.

CONCLUSÕES

Através deste estudo foi possível diferenciar a qualidade dos solos pelos cromatogramas obtidos, correlacionando-os com os indicadores químicos e biológicos.

O solo 1 apresentou as piores condições biológicas e químicas, além de estruturais, devido à falta de cobertura vegetal e intenso revolvimento da sua estrutura, devido ao preparo para o plantio. Isso refletiu no seu cromatograma, que indicou solo sem estrutura e com pouca matéria orgânica e quase nenhuma atividade enzimática.

O cromatograma do solo 2 diferenciou-se dos demais por indicar presença de atividade microbológica no solo com pouca matéria orgânica no solo, o que impactou a saúde da microbiota.

Os solos 3 e 4 foram similares nos indicadores químicos e nos cromatogramas, com diferenças sutis nas áreas interna e externa dos mesmos, que correlacionaram com as diferenças observadas nos indicadores biológicos desses solos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solos**. Embrapa Solos 3 ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 230 p, 2011.
2. Ford, B. M. Et al. **Paper chromatography: An inconsistent tool for assessing soil health**. Geoderma, v. 383, 2021.
3. Mendes, I. C., Sousa, D. M. G., Dantas, O. D., Lopes, A. A. D. C., Reis Junior, F. B. D., Oliveira, M. I., Chaer, G. M. **Soil quality and grain yield: A win-win combination in clayey tropical Oxisols**. Geoderma, v. 388, 2021.
4. Mendes, I. D. C., Souza, L. M. D., Sousa, D. M. G., Lopes, A. A. D. C., Reis Junior, F. B. D., Lacerda, M. P. C., Malaquias, J. V. **Critical limits for microbial indicators in tropical Oxisols at post-harvest: The FERTBIO soil sample concept**. Applied Soil Ecology 139, 85-93, 2019.
5. Pfeiffer, E. **Chromatography Applied to Quality Testing: The Art and Science of Composting**. Bio-Dynamic Literature, 1980. 44p.;
6. Pilon, L. C.; Cardoso, J. H.; Medeiros, F. S. **Guia Prático de Cromatografia de Pfeiffer**. Embrapa Clima Temperado. Documentos 455. Pelotas, 2018.
7. Razera, R. **Avaliação da qualidade do solo em manejo agroflorestal utilizando a cromatografia circular de Pfeiffer e indicadores microbiológicos**. Trabalho de conclusão de curso: Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, 2021.
8. Rivera, J. R.; Pinheiro, S. **Cromatografia: imágenes de vida y destrucción del suelo**. Cali: Feriva, 2011. 252 p.