

Monitoramento da saúde do solo usando Cromatografia de Pfeiffer em três propriedades agrícolas no município de Boqueirão - PB

Antônio Marques Carneiro¹
Joelma Nayara Silva Xavier²
Thales Rodrigues de Lima³
Alysson Gomes de Lima⁴
Simão Lindoso de Souza⁵

RESUMO: A Cromatografia Circular de Pfeiffer (CCP) é uma metodologia de separação física para a caracterização de misturas complexas, com aplicação nos diferentes ramos da ciência. É possível obter uma orientação rápida sobre a condição qualitativa em particular da fertilidade do solo com a CCP. Objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade do solo em três propriedades agrícolas utilizando a CCP como ferramenta principal para avaliação da qualidade do solo. Este trabalho foi desenvolvido no município de Boqueirão – PB; onde foram efetuadas coletas de amostras de solo em diferentes áreas de cultivo ou estágios de degradação de três propriedades agrícolas em processo de transição agroecológica. As amostras foram preparadas para a cromatografia de Pfeiffer, análise de indicadores e análise química. A metodologia de Pfeiffer foi ajustada à realidade para que os agricultores familiares pudessem conduzi-la. Para tanto, todos os utensílios laboratoriais vistos na descrição metodológica da cromatografia foram substituídos por materiais de fácil acesso. A cromatografia apresentou resultados nítidos na variação do padrão de cor, forma, harmonia e tamanho das zonas de acordo com o estado de conservação/degradação pelos diferentes usos de solo. As áreas de cultivos em processo de recuperação demonstraram maior harmonia de padrão do que áreas degradadas. Os resultados das análises químicas de matéria orgânica, Cálcio e Magnésio corroboram com os dados apresentados nos cromatogramas. A CCP pode ser utilizada como ferramenta de fácil condução e análise para avaliação qualitativa da saúde do solo, as tomadas de decisão e os manejos empregados.

Palavras-chave: Indicador de Fertilidade, Manejo agroecológico, Análises de solo.

INTRODUÇÃO

A grande experiência acumulada a partir de estudos sobre a avaliação da qualidade do solo mostrou a alta sensibilidade dos indicadores biológicos para distinguir diferenças entre os manejos empregados no solo (AZIZ et al, 2013; ROUSSEAU et al, 2013; PAZ - KAGAN et al, 2014; LIU et al, 2015, p. 1026). Destaca Cardinale et al. (2012, p. 60) que os atributos biológicos do solo representam processos ecológicos que promovem serviços ecossistêmicos, e o desempenho de funções do ecossistema do solo é um resultado das relações orientadas à vida no sistema solo, face a qualidade do solo, sendo essa integrada as frações físicas, químicas e

¹ Graduando do Curso de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba- UEPB, tonymarque@gmail.com;

² Graduando do Curso de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, joelma.xavierr@gmail.com

³ Graduando do Curso de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, thaleslimaro@gmail.com;

⁴ Eng. Agrônomo, Mestre em Manejo do Solo e Água. Pesquisador PCI/INSA/mctc alysson.lima@insa.gov.br;

⁵ Professor orientador: Doutor, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, simao@ccbs.uepb.edu.br.

biológicas, a fim de exercer suas funções com eficiência (MACHADO; MIELNICZUK, 2009 p. 45; PRADO et al., 2016, p. 1030).

A compreensão efetiva do papel desempenhado pelo solo sobre a prestação de serviços ecossistêmicos para a sociedade depende de metodologias integradas para avaliar, quantificar, mapear os serviços gerados pelo ecossistema (PRADO et al., 2016, p. 1030). Neste viés, o monitoramento da fertilidade do solo pode auxiliar agricultores na tomada de decisão sobre as práticas de manejo a serem adotadas, em consoante às diferenças dentre os manejos do solo. Percebe-se a importância de haver métodos de análises de solo simples e acessíveis que auxiliem agricultores no monitoramento do solo e na tomada de decisão sobre os manejos efetuado por eles (BEZERRA, 2018, p. 63).

A Cromatografia Circular de Pfeiffer (CCP), apresenta-se atualmente com uma metodologia largamente difundida, sendo uma ferramenta de separação física para a caracterização de misturas complexas, permitindo uma avaliação da qualidade dos produtos, assim como da atividade microbiológica e de suas interações (da vida do solo). A CCP é um instrumento tecnológico acessível aos agricultores, e interessados da área que desejem acompanhar as transformações e as operações do manejo de uma propriedade agrícola para determinar a “Qualidade da Saúde dos Solos” (RESTREPO; PINHEIRO, 2011, p. 104, p. 86; FAGUNDES, 2013, p.29; BEZERRA, 2018, p. 60; FELICIANO, 2018, p. 30).

Através da cromatografia é possível obter uma orientação rápida sobre a condição qualitativa, em particular no solo (PFEIFFER, 1959). A avaliação desse método permite interpretar as características reveladas por imagem como: cor, forma e harmonia, contemplando ainda as propriedades físicas, químicas e biológicas presentes no solo (RIVERA, 2011; PERUMAL, et al. 2016). A cromatografia pode ser ainda comparada a uma análise química convencional do solo para fortalecimento dos resultados obtidos a partir da revelação dos cromatogramas; frente a uma análise de qualidade do solo através dos indicadores biológicos que o solo apresenta.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade da saúde do solo em três propriedades agrícolas do município de Boqueirão-PB, utilizando a cromatografia de Pfeiffer como ferramenta para tomada de decisão e avaliação da saúde do solo nas três propriedades, cruzando os dados obtidos com avaliação da saúde dos solo por meio de indicadores e análise química convencional.

METODOLOGIA

Descrição da área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida no Cariri Oriental Paraibano situado na porção centro-sul do Estado, entre as coordenadas 7° e 8° 30' de Latitude S e 36° e 37° 30' de Longitude W. Com aproximadamente 17. 889 habitantes, o município em 2016 atingiu o PIB *per capita* de R\$: 9.614,82. Porém, o núcleo da economia das zonas semiáridas é a agricultura familiar, visto que, essa atividade está calçada nos saberes e técnicas populares, contribuindo decisivamente para a reprodução de expressiva parcela da população local.

As coletas das amostras de solo foram realizadas em três propriedades rurais de produção agrícola do município de Boqueirão-PB, sendo elas: Sítio Rodeadouro, Ramada e Sítio Tabuado. As amostras foram coletadas a uma profundidade de 20 cm com auxílio de trado holandês, devidamente identificadas e secas à sombra. As áreas de coleta foram: Mata, Área Cultivada, e Degradada; e Área Cultivada em processo de recuperação após a intervenção de manejo agroecológico.

Cromatografia de Pfeiffer

A cromatografia é um método físico de separação para a caracterização de misturas complexas. É um conjunto de técnicas baseadas no princípio da retenção seletiva, cujo objetivo é separar os diferentes componentes de uma mistura para identificar e, em muitos casos, determinar as quantidades de tais componentes (PINHEIRO; RESTREPO, 2011).

Todos os passos de condução da técnica e interpretação dos cromatogramas estão de acordo com Pfeiffer (1980), adaptados por Restrepo e Pinheiro (2011). A metodologia foi modificada pensando no uso desta ferramenta por pequenos agricultores. Dessa forma, todos os utensílios laboratoriais visto na descrição metodológica da cromatografia foram substituídos por materiais de fácil acesso, como: Tampas de potes de plástico substituindo placas de Petry; tampas de garrafa Pet, substituindo placas de Petry de quatro centímetros onde se despeja a solução de AgNO₃ (*Nitrato de Prata*) e NaOH (*Hidróxido de Sódio*).

Preparo das amostras

As amostras de solos foram secas à sombra por um período que varia com a condição do solo (solos pouco úmidos: 24h à 48h; solos mais úmidos: 1 semana). As amostras, foram peneiradas e maceradas utilizando-se pilão de madeira (rinsado a seco a cada maceração) até

que chegassem a uma consistência de pó (talco). Em seguida foram devidamente peneiradas e pesados cinco gramas (5g) em copos de plástico descartáveis para aplicação dos reagentes.

Os reagentes utilizados na Cromatografia de Pfeiffer, são: a) um foto reativo: AgNO_3 (*Nitrato de Prata*) e b) um dispersante: NaOH (*Hidróxido de Sódio*). Aplica-se o primeiro reagente no papel filtro do tipo qualitativo de filtração rápida (JP 41 – Faixa Preta de 15 cm Ø com porosidade de 23 μm na concentração de 0,5 %). Após a impregnação os papeis filtro foram secos no escuro três horas até o momento da segunda impregnação (RESTREPO, 2011; DOMINGUES, 2018). O segundo reagente foi utilizado na concentração de 1% para solubilizar/ suspender as partículas das amostras de solo com agitação da solução em sentido horário (seis vezes) e em sentido anti-horário (seis vezes) alternadamente, repetindo por seis vezes este processo, em um intervalo de 15min e 1hora. Posteriormente à última agitação efetuada após descanso de 1 hora, as amostra foram deixadas em repouso por um intervalo de 6 horas.

Revelação dos cromas

Após o repouso, 3 ml do sobrenadante foi colocado em filtro previamente impregnado com AgNO_3 , com demarcações de 0cm, 4cm e 6 cm; estas marcas são importantes para controle da cromatografia nas duas etapas que ocorre. Após o sobrenadante atingir a marca de 6 cm no papel filtro o aparato foi desmontado e o papel filtro foi colocado para secar a luz, dessa forma permitindo o desenvolvimento do cromas em contato com a luz do sol.

Atividade de avaliação de indicadores de qualidade do solo

Para compreender o entendimento do agricultor para com sua propriedade uma atividade de avaliação de qualidade do solo foi proposta, nesta, estão concentrados oito atributos do solo apresentados como indicadores de qualidade, sendo esses: (A) Estrutura. (B) Profundidade do horizonte A. (C) Compactação. (D) Cor, odor e matéria orgânica. (E) Retenção de água. (F) Cobertura do solo. (G) Erosão. (H) Presença de invertebrados. Cada atributo deve receber uma nota que varia de 0 a 10. Sendo descrito os valores de indicação (1, 5 e 10) apresentam explicações sobre a que se refere cada fator indicado pela pontuação, que será necessário para elaboração do gráfico do tipo radar. A avaliação foi feita considerando dois momentos antes e após as práticas de intervenção de manejo agroecológico do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cromatogramas após o período de secagem mostraram-se com uma boa revelação, apresentando as quatro zonas características de um cromatograma ideal: ZC (Zona Central); ZM (Zona Medial ou Interna, também conhecida como Zona Mineral), ZE (Zona Externa) e ZP (Zona Periférica). Há nítida diferença de cor e formas. A figura 1 apresenta cromas de áreas distintas coletados no Sítio Rodeadouro, Boqueirão-PB.



Figura 1: Cromatogramas referentes a propriedade localizada no sítio Rodeadouro, A (mata); B (área degradada); C (área cultivada em recuperação).

A análise dos cromatogramas se baseou na interpretação das zonas de identificação e na integração entre elas; a química do solo, verificadas pelas análises convencionais; na observação das paisagens realizada nas visitas de campo e na correlação desses fatores com o manejo empreendidos pelos agricultores frente a avaliação do solo por meio de indicadores biológicos (PRADO et al., 2016; BEZERRA, 2018; FELICIANO, 2018).

Os cromatogramas foram organizados sob a ótica de um solo não saudável “A” para um solo que se apresenta integralmente saudável “C”. A área de Mata (cromatograma A) da propriedade: Sítio Rodeadouro, foi classificada como um espaço de solo compactado de difícil primação do trado para coleta da amostra, tal característica pode ser vista no cromatograma a partir da zona central, que apresenta uma coloração escura distinta do cromatograma B e C. Segundo Pinheiro (2001), a solução de NaOH carrega substâncias orgânicas ou minerais que reagem rapidamente com o AgNO_3 , formando AgOH e posteriormente AgNO_2 , se o solo não tem metabolismo aeróbico acumulam-se substâncias tóxicas aos organismos presentes na atmosfera do solo (metano, amoníaco, fosfina, gás sulfídrico, borano) e não há atividade de oxidação de minerais, ação fermentativa ou respiratória, motivo de a cor ser escura ou preta (fig. 1) (SIQUEIRA et al., 2016; BEZERRA, 2018; DOMINGUES et al., 2018, FELICIANO, 2018).

O padrão radial do croma B também se apresenta diferente em consoante com os Cromatogramas A e C. As formas zonais mostram-se mais homogêneas, não identificados nos demais cromas acima citados, sendo um indicativo de um solo pouco saudável. Em relação à

condição enzimática a Zona Externa mostra uma borda lisa, sendo indicativo da baixa atividade biológica do solo (BEZERRA, 2018).

Cromatograma **B** revelou as características do solo referente à área degradada, neste local foi constatada a presença de Algaroba (*Prosopis juliflora*). Apresentando solo arenoso, sem estrutura, mas com matéria orgânica oriunda das folhas de algaroba secas no chão em decomposição. Tais indicativos explicam o padrão radial e heterogeneidade das zonas. Partindo da zona central observa-se que a coloração é mais clara que a ZC do cromograma A, contudo ainda apresenta em sua borda uma faixa escura semelhante (fig.1- A, fig. 1 - B).

A área em recuperação (**C**) consiste em uma área de cultivo ecológico integrado, foi visto no mesmo espaço de coleta uma área com mamão, macaxeira, batata entre outros plantados conjuntamente. Tal prática, segundo Domingues et al. (2018) pode refletir no cromatograma através de sua radiação pelas características da ramificação que ocorrem em forma de setas e/ou “flechas” sobrepostas de forma mais ou menos perceptível, podendo ser desde a zona central à extremidade do cromograma, que sendo de coloração com tom amarelado e quanto mais diversa e integrada de forma harmônica às outras zonas, maior é a qualidade de sua condição mineralógica e vida do solo (RESTREPO; PINHEIRO 2011 p. 84, 2014, p. 74; BEZERRA 2018, p. 75; FELICIANO, 2018, p. 31).

A Zona Interna mostra-se bem integrada com as demais zonas, como pontua Pinheiro (2011, p. 84), quanto maior e mais harmônica for esta zona, melhor é a saúde do solo. Assim observa-se devido ao grande metabolismo do solo nesta área pontas de flechas minúsculas que partem da zona central à zona externa; a zona periférica com as explosões em nuvens, causadas pela finalização do cromograma refletem a boa atividade enzimática do solo e reforça a integralidade das zonas em que as condições são dissipadas através das formas e cores apresentadas na análise.

O Cromograma (área de Mata) possui uma zona central de cor mais escura, o cromograma revelou-se em marrom escuro, diferente dos demais. A ZC é pequena em relação aos Cromogramas B e C; partem canais da ZC até a ZE o que indica uma boa condição enzimática, contudo, não há formação de nuvens na zona periférica, resultado da baixa integração dos microrganismos do solo na decomposição da matéria orgânica.

O cromatograma B, representa uma área de cultivo consorciado de Milho e Feijão, sobre barragem subterrânea, sendo um meio de armazenagem de água muito eficaz para os períodos de estiagem. A coleta foi efetuada entre as linhas de cultivo, sendo característica um solo de fácil primazia do trato, cuja amostra foi retirada sem dificuldades, foi notado que na área havia

alguns invertebrados o que demonstra uma condição ecológica integrada neste cultivo. Logo, o Cromograma revelou que as quatro zonas se integram harmoniosamente (fig. 2 - B), que quer dizer que os fatores conhecidos como aeração, disponibilidade e decomposição de matéria orgânica e a oxidação dos minerais são revelados perfeitamente desde a ZC até a ZE.

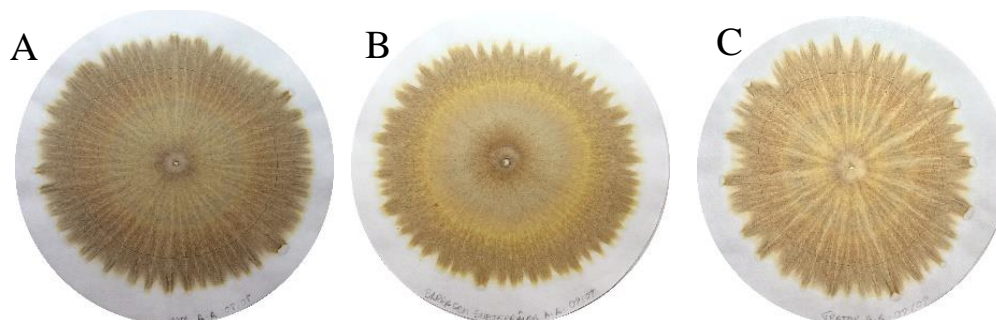


Figura 2: Cromatogramas referentes a propriedade localizada no Sítio Ramada, **A (mata); B (Cultivo em recuperação); C (degradada).**

A Zona mais externa é possível notar uma área sombreada de cor amarela, o que indica a atividade microbiana do solo e o seu metabolismo, como resultado da decomposição da M.O, quanto mais evidente esta área se apresenta, mais saudável o solo é considerado.

O cromograma C, se mostra bastante positivo ainda, pois a ação mecânica de uso de trator fora recente. A ZC indica através da sua coloração creme um solo com boa aeração, a zona interna apresenta uma coloração alaranjada com setas superpostas como cita Bezerra (2018, p.75), (salienta-se que tais resultados são oriundos do revolvimento do solo através do trator).

É facilmente notável que os seguimentos de linhas (setas) que se iniciam na zona central e terminam na zona externa; esse é um indício da harmonia das zonas, e que o solo mantém-se saudável. Contudo, com a repetição desta prática convencional fora do padrão agroecológico, tais indicativos podem se tornar rapidamente negativos e, portanto, diminuir a qualidade da saúde do solo nesta área.

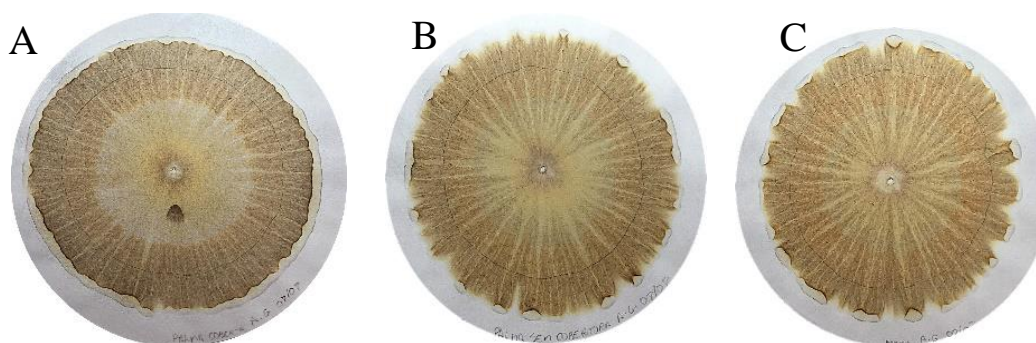


Figura 3: Cromogramas referentes a propriedade 3, **A (Palma Coberta); B (Palma sem Cobertura) e C (Mata).**

O Cromograma A (fig. 3) da propriedade três (Palma Coberta), representa um área de solo raso, compacto, com plantio de *Opuntia cochenilliferacuja* (Palma) e coberta com matéria verde

viva, o cromatograma apresenta-se singular, pois há pouca harmonia entre a zona central e as demais, a zona interna apresenta uma coloração homogênea com uma quase imperceptível formação radial, os canais que apresentam a partir desta zona são finos e quase não alcançam a zona externa. Siqueira et al. (2016) exemplifica que a interação dos minerais com o NaOH determina as conformações dessa zona e que este resultado é oriundo da baixa atividade biológica do solo.

A zona externa possui uma borda que demonstra um desenvolvimento não ideal, como descrito por Pinheiro (2011, p. 85) e corroborado por Bezerra (2018, p.32), um solo com baixa disposição enzimática, cuja integração com a microbiota do solo não está ocorrendo devidamente bem, revela-se no cromatograma como é apresentado no Croma A (fig. 1).

Portanto, é requerido atenção para este ponto, onde pode ser introduzido adubagem verde, ou cultivo consorciado, para que haja uma integralidade e melhore a qualidade do solo nesta área.

A palma sem cobertura cuja análise pode ser interpretada pelo croma B (fig. 3), mostra assim como o croma A uma zona central de tamanho pequeno, sendo indicio de compactação do solo e versa ainda sobre a característica do solo da região em ser raso, que contribui para a pouca aeração impedindo o desenvolvimento de organismos aeróbios e anaeróbios (SIQUEIRA et al., 2018, p.11).

O cromatograma **B** revelou na área de palma sem cobertura cuja área tendo sido capinado recentemente, essa prática faz o revolvimento da terra e carrega matéria orgânica da faixa mais profunda para a superfície, o solo apresentou-se argiloso, e no croma se nota que a zona central com uma conformação maior no padrão de cor mais próxima do ideal, integrando-se com as demais zonas. Nota-se também, canais que se estendem desde essa zona, até a zona externa. O croma mostra uma integralidade harmônica das cores. É possível concluir, que a zona mineral (interna) possui um condição ideal e que apesar da sua dureza que pode ser ilustrada pelo tamanho da ZC (PINHEIRO, 2011, p. 105; RIVERA, 2011, p.104); apresenta indícios satisfatórios de qualidade do solo nessa área.

Seguindo os canais pode-se visualizar na ZE as setas formadas que adentram a zona externa, e isso é possível devido a participação da microbiota do solo na decomposição da matéria orgânica, que indica uma boa atividade metabólica desse solo, que se confirma observando o desenvolvimento final da ZE, onde as formações em nuvem são visíveis.

O Croma **C** (fig. 3) apresenta a área de mata, o dono da propriedade comentou que há nessa área sangria de uma poço, foi visto áreas que estavam lixiviadas e portanto, o solo

apresentava-se mais arenoso que as áreas onde foram coletadas as demais amostras. Assim como na área de palma coberta e sem cobertura o solo da mata apresentou forte dureza ao primar o trado para coleta de amostra.

Assim como o Cromatograma **B**, o cromograma **C** apresenta uma aparência semelhante, a zona central, no entanto, possui uma melhor coloração (creme) e tamanho maior, indicando que há atividade aeróbica no solo, devido a isso os canais que integram as zonas são facilmente observadas pelo seu tamanho, sendo esse resultado do bom metabolismo deste solo.

Na sequência é apresentada análise química convencional (Ver gráfico 1) para comparação de dados.

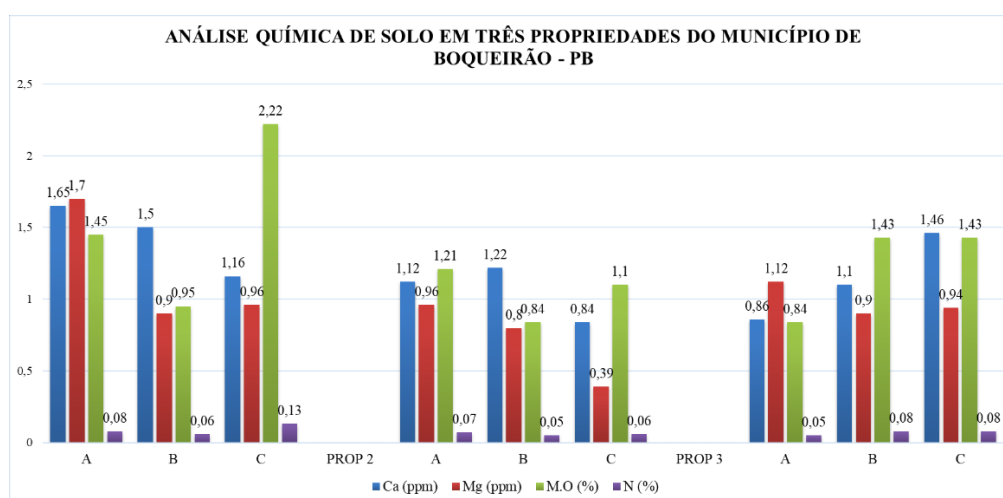


Gráfico 1: Análise química de solo coletado a 20 cm em três propriedades agrícolas no município de Boqueirão – PB. Prop 1 (A – Área Degradada, B – Mata, C – Área Recuperada); Prop 2 (A – Palma Coberta, B – Palma Sem Cobertura, C – Mata); Prop 3 (A – Área Degradada, B – Barragem, C – Mata).

A análise não revelou diferenças tão preponderantes apenas diferenças sutis nas concentrações de Ca:Mg e Matéria Orgânica, como é o caso da área de mata da propriedade 1 (A) que apresenta o Ca menor que Mg mas dentro da relação 1:1. A matéria orgânica da área recuperada (C) é a maior em comparação com as outras propriedades (2 e 3) tendo em vista que essa é uma área muito bem desenvolvida em termos de cultivo consorciado e pode ser comparado com o Cromograma C apresentado na Figura 1.

A única propriedade que apresentou carbono menor que o magnésio foi a propriedade 3 (A - Área degradada). Em todas as outras propriedades com suas respectivas áreas essa relação Ca:Mg mostrou-se ideal contribuindo em informação a serem cruzadas com as revelações dos cromatogramas apresentados. Destaca-se que esta área é um local de solo compactado e raso cujo cromograma denotou baixo desenvolvimento biológico do solo devido a configuração apresentada pelo cromograma (Ver Figura 3 - Cromograma A).

Assim como Micro e macronutrientes são constituintes dos minerais e da matéria orgânica do substrato onde a planta cresce, e encontram-se também dissolvidos na solução do solo. Um ou vários nutrientes podem estar quase ausentes no solo, ou em uma forma que as raízes não conseguem absorver. Para torná-los disponíveis o solo deve ser bem manejado (FELICIANO, 2018, p.65).

Em seguida, é apresentado o gráfico de teia (Ver gráfico 2) referente a atividade de avaliação da qualidade do solo por meio de indicadores contribuem à compreensão do atual estado do solo e auxilia na avaliação dos impactos negativos ou positivos do uso da terra, abrangendo as alterações que podem afetar o fornecimento de serviços ecossistêmicos do solo (TÓTH et al., 2007; PULLEMAN et al., 2012; PRADO et al., 2016 p. 1025).

No que tange à avaliação, efetuado em três propriedades do município de Boqueirão – PB em conjunto com os agricultores proprietários de cada área (Ver gráfico 2), foram atribuídas notas (0 a 10) à oito indicadores: (A) Estrutura. (B) Profundidade do horizonte A. (C) Compactação. (D) Cor, odor e matéria orgânica. (E) Retenção de água. (F) Cobertura do solo. (G) Erosão. (H) Presença de invertebrados.

As notas atribuídas a cada indicador biológico do solo, têm a intenção de inferir na perspectiva dos agricultores, as melhorias que ocorreram ou não nas propriedades. Sendo assim, o agricultor julgou as mudanças que ocorreram em sua propriedade durante sua transição entre a agricultura convencional e à agroecológica, analisando os períodos em que não havia manejo agroecológico e se houve melhoria após a inserção deste manejo nas propriedades.

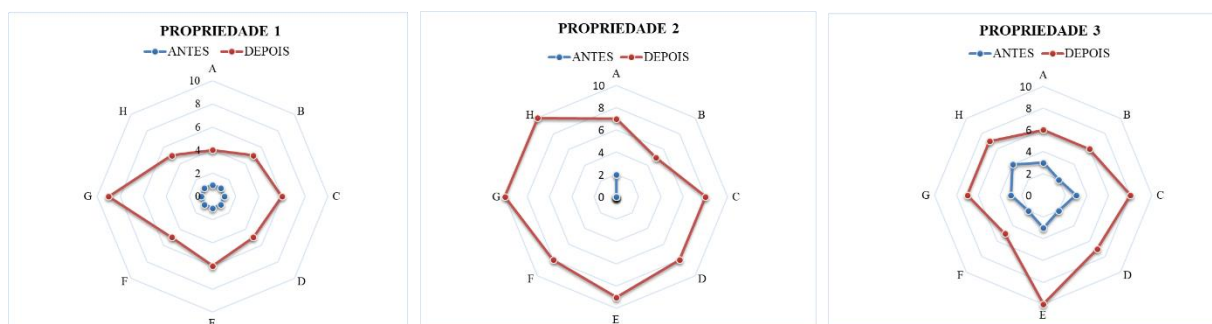


Gráfico 2: tipo teia de aranha (Nícles) ilustrando o resultado de teste avaliativo de qualidade do solo em três (3) propriedades do município de Boqueirão – PB. (A) Estrutura. (B) Profundidade do horizonte A. (C) Compactação. (D) Cor, odor e matéria orgânica. (E) Retenção de água. (F) Cobertura do solo. (G) Erosão. (H) Presença de invertebrados.

É facilmente ilustrado que o período em que as propriedades não estavam inseridas no manejo agroecológico, os oito atributos foram relacionados com valores próximos ou iguais a zero (observar Propriedade 1, 2 e 3) que denota uma má gestão do solo; como resultado de suas atividades versadas no manejo convencional de agricultura.

Quanto mais distantes de zero e próximos a valores a cima de sete, vê-se que os agricultores inferem melhoras com as práticas agroecológicas inseridas em sua propriedade. Todavia, a propriedade três apresenta nota igual ou abaixo de sete refletidos em indicadores avaliados após a inserção do manejo agroecológico. A cobertura do solo (F) foi pontuada com nota cinco pelo agricultor, o que indica que sua propriedade não possui uma cobertura de solo satisfatória em sua visão. Já os indicadores (A) e (B) respectivamente, estrutura e profundidade do horizonte A do solo, receberam pontuação igual a seis, (salienta-se que esta região possui solo raso). Erosão e Presença de invertebrados foram sinalizados com notas iguais a sete, respectivamente.

Portando, Velasquez et al., (2007, p.) destacam que os indicadores de qualidade do solo, provaram ser importantes para a concepção de práticas e técnicas que visam a regeneração dos solos frente a gestão e o monitoramento de uma área. Compreende-se, também, que utilizar indicadores de qualidade do solo, é uma ação que evoluiu para abordagens funcionais e relacionais favorecendo o entendimento do solo como um sistema complexo (CARDINALE et al., 2012; PRADO et al., 2016, p. 1024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se a Cromatografia de Pfeiffer como um método eficaz para análise da saúde do solo e deve ser utilizado para fins de avaliação dos manejos empregados em propriedades agrícolas. Conclui-se, portanto, que a Cromatografia é uma ferramenta metodológica de cunho holístico, de fácil acesso e de baixo custo, podendo ser desenvolvida por quantas vezes o agricultor julgar necessário, podendo ainda, ter seus resultados cruzados com testes de avaliação de qualidade do solo por indicadores, e análises químicas, que visam fortalecer os resultados inferidos pela interpretação tomada na cromatografia de Pfeiffer.

REFERÊNCIAS

AZIZ, I.; MAHMOOD, T.; ISLAM, K.R. Effect of long term no-till and conventional tillage practices on soil quality. *Soil and Tillage Research*, v.131, p.28-35, 2013. DOI: 10.1016/j.still.2013.03.002.

CARDINALE, B.J.; DUFFY, J.E.; GONZALEZ, A.; HOOPER, D.U.; PERRINGS, C.; Venail, P.; NARWANI, A.; MACE, G.M.; TILMAN, D.; WARDLE, D.A.; KINZIG, A.P.; DAILY, G.C.; LOREAU, M.; GRACE, J.B.; LARINGAUDERIE, A.; SRIVASTAVA, D.S.; NAEEM, S. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, v.486, p.59-67, 2012. DOI: 10.1038/nature11148.

DOMINGUES, S; FAEDO, F; FARINA, É; CONTINI, R; GABARDOS, R; BONADIMAN, A. REVISÃO DA CROMATOLOGRAFIA DE PFEIFFER COMO MÉTODO DE AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE SOLOS. *Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa - Congrega Urcamp*, v. 0, n. 0, p. 1471–1479, 2018.

FAGUNDES, A. V. W. 14447-Cromatografia como indicador da saúde do solo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.

FELICIANO, C.A, AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO EM DOIS DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO ORGÂNICO E CONVENCIONAL, p. 105, 2018.

LIU, Z.; ZHOU, W.; LI, S.; HE, P.; LIANG, G.; LV, J.; JIN, H. Assessing soil quality of gleyed paddy soils with different productivities in subtropical China. *Catena*, v.133, p.293-302, 2015. DOI: 10.1016/j.catena.2015.05.29.

PFEIFFER, E. Eine qualitative chromatographische Methode zur Bestimmung biologischer Werte." *Lebendige Erde*, v. 5, p. 205, 1959.

RESTREPO, J.R.; PINHEIRO, S. *Cromatografia: imágenes de vida y destrucción del suelo*. Cali: Impresora Feriva, Colômbia, 2011.

RESTREPO, J.R. Manual de Agricultura Orgânica. Curso teórico-prático do ABC da Agricultura Orgânica: Remineralização e Recuperação da Saúde dos Solos; Microbiologia dos Solos e Técnica da Cromatografia de Pfeiffer. Org. DALVA SOFIA SCHUCH. Atalanta - Santa Catarina – Brasil, 2014.

RIVERA, J. R; PINHEIRO, S. **Cromatografía imágenes de vida y destrucción del suelo**. Cali: Impresora Ferida, 2011.

ROUSSEAU, L.; FONTE, S.J.; TÉLLEZ, O.; VAN DER HOEK, R.; LAVELLE, P. Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of western Nicaragua. *Ecological Indicators*, v.27, p.71-82, 2013. DOI 10.1016/j.ecolind.2012.11.020.

SIQUEIRA, J.B.; MARQUES, G.S; FRANCO, F. S. Construção de Conhecimento Agroecológico Através da Experimentação da Cromatografia de Pfeiffer, uma Análise Qualitativa dos Solos. *Agroecol - Dourados-MS*, 2016.

PRADO, R. B. et al, Current overview and potential applications of the soil ecosystem services approach in Brazil, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 9, p. 1021–1038, 2016.

PERUMAL, et al. Innovative and simplest alternative analytical technology (AAT) for testing soil nutrients, *Journal of Soil Science Research* 1(1). 2016.

PULLEMAN, M.; CREAMER, R.; HAMER, U.; HELDER, C.P.; PELOSI, C.; PÉRES, G.; RUTGERS, M. Soil biodiversity, biological indicators and soil ecosystem services: an overview of European approaches. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v.4, p.529-538, 2012. DOI: 10.1016/j.cosust.2012.10.009.

TÓTH, G.; STOLBOVOY, V.; MONTANARELLA, L. Soil quality and sustainability evaluation: an integrated approach to support soil-related policies of the European Union. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2007. Available at: <http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/esdb_archive/eussoils_docs/other/EUR22721.pdf>. Accessed on: October 25, 2019.