



**UEPB**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**JOSÉ RICSON BORGES PEQUENO**

**CROMATOGRAFIA DE PFEIFFER COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA  
FERTILIDADE DO SOLO EM AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES NA PARAÍBA**

**CAMPINA GRANDE  
2021**

JOSÉ RICSON BORGES PEQUENO

**CROMATOGRAFIA DE PFEIFFER COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA  
FERTILIDADE DO SOLO EM AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES NA PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)  
apresentado ao Departamento do Curso  
Biologia da Universidade Estadual da Paraíba,  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Ciências Biológicas.

**Área de concentração:** Microbiologia e  
Bioquímica do Solo

**Orientador:** Prof. Dr. Simão Lindoso de Souza.

**CAMPINA GRANDE  
2021**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

P425c Pequeno, José Ricson Borges.

Cromatografia de Pfeiffer como ferramenta de avaliação da fertilidade do solo em agroecossistemas familiares na Paraíba [manuscrito] / Jose Ricson Borges Pequeno. - 2021.

21 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2021.

"Orientação : Prof. Dr. Simão Lindoso de Souza, Coordenação de Curso de Biologia - CCBS."

1. Saúde do solo. 2. Agroecologia. 3. Manejo do solo. 4. Sustentabilidade. I. Título

21. ed. CDD 631.4

NOME DO ALUNO  
JOSÉ RICSON BORGES PEQUENO

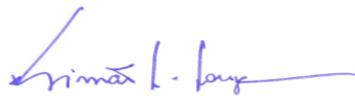
CROMATOGRAFIA DE PFEIFFER COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA  
FERTILIDADE DO SOLO EM AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES NA PARAÍBA

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)  
apresentado ao Departamento do Curso  
Biologia da Universidade Estadual da Paraíba,  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Microbiologia e  
Bioquímica do Solo.

Aprovada em: 20/10/2021.

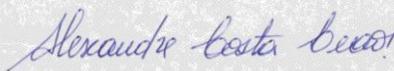
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Simão Lindoso de Souza (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. Alysson Gomes de Lima  
Instituto Nacional do Semiárido (INSA)



Prof. Me. Alexandre Costa Leão  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

À minha mãe, por todo apoio, DEDICO

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Representação cartográfica da localização, em triângulos vermelhos, das comunidades onde foram realizadas coletas de solo.....	08
Figura 2 –	Exemplo de um cromatograma de solo ideal e sua divisão em zonas distintas.....	09
Figura 3 –	Exemplo de características desejáveis e indesejáveis dentro de um cromatograma.....	09
Figura 4 –	Representação da montagem do aparato para impregnação do papel filtro e posterior impregnação com solução de solo.....	10
Figura 5 –	Cromatogramas das amostras 01 e 02, referentes à propriedade A.....	12
Figura 6 –	Cromatogramas das amostras 03 e 04, referentes à propriedade B.....	13
Figura 7 –	Cromatogramas das amostras 05 e 06, referentes à propriedade C.....	14
Figura 8 –	Cromatogramas das amostras 07 e 08, referentes à propriedade D.....	14
Figura 9 –	Cromatogramas das amostras 09 e 10, referentes à propriedade E.....	15

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Descrição da produção agrícola das propriedades visitadas.....	08
---------------------------------------------------------------------------	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1</b>	<b>Descrição da área.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2</b>	<b>Análise de solo por Cromatografia de Pfeiffer.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3</b>	<b>Amostragem de solo.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4</b>	<b>Montagem do aparato.....</b>	<b>10</b>
<b>2.5</b>	<b>Extração do material orgânico .....</b>	<b>10</b>
<b>2.6</b>	<b>Análise química do solo.....</b>	<b>11</b>
<b>2.7</b>	<b>Avaliação visual do cromatograma.....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>16</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>16</b>
	<b>ANEXO A – TABELAS NA ÍNTEGRA.....</b>	<b>19</b>

# **CROMATOGRAFIA DE PFEIFFER COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO EM AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES NA PARAÍBA**

## **PFEIFFER'S CHROMATOGRAPHY AS A TOOL FOR EVALUATION OF SOIL FERTILITY IN FAMILY FARMING AGROECOSSYSTEMS IN PARAÍBA**

José Ricson Borges Pequeno  
Simão Lindoso de Souza

### **RESUMO**

Um importante fator no efetivo manejo de solo é a compreensão da sua fertilidade ou saúde, a qual pode ser avaliada por análises químicas convencionais, ou de formas alternativas como a Cromatografia de Pfeiffer. A cromatografia revela um retrato das condições atuais do solo e suas características principais, como aeração/compactação, mineralização, presença de matéria orgânica e atividade enzimática ali presentes. Objetivou-se com este trabalho avaliar, por análises convencionais e alternativas, a fertilidade de solos agrícolas com diferentes manejos e/ou sistemas de cultivos na agricultura familiar no Agreste paraibano. Neste trabalho foi avaliada a fertilidade do solo de cinco agroecossistemas familiares, nas quais diversas culturas eram produzidas, utilizando análise química tradicional e cromatografia de Pfeiffer. A fertilidade dos solos foi classificada, de acordo com as características dos cromas em fertilidade baixa, média ou alta, apresentadas, respectivamente, nas cores vermelho, amarelo ou verde. Os cromas resultantes demonstraram solos com média a alta capacidade produtiva, mas que ainda podem ser melhorados com manejo agroecológico. Oito, das dez amostras de solos, apresentaram fertilidade média; e das duas restantes, duas altas. As análises químicas tradicionais foram usadas para avaliação da fertilidade e corroboram com os resultados dos cromatogramas.

**Palavras-chave:** Saúde de solo. Agroecologia. Manejo de solo. Sustentabilidade.

### **ABSTRACT**

A key factor in an affective soil management is the understating of its fertility or health, which can be chemically evaluated traditionally, or by alternative means such as via the Pfeiffer Chromatography. The chromatography reveals a picture of the soil conditions and its main characteristics, such as aeration/compaction, mineral content, organic matter content and enzyme activity conditions there presents. This work aimed to evaluate, by conventional and alternative analysis, the fertility of farming soils with different management strategies and/or farming systems in the Agreste region of Paraíba State. This work evaluated the fertility of the soil from 5 agroecosystems of family farming, in which many plant cultures were grown, using the traditional chemical soil analysis and the Pfeiffer's Chromatography analysis. The resulting chroma showed that the soils have medium to high productive capacity, but it can be further developed by means of agroecological management. Eight, of the ten samples showed medium fertility and two showed high fertility. The conventional chemical analysis corroborated with the chromatography results.

**Keywords:** Soil Health. Agroecology. Soil Management. Sustainability.

## 1 INTRODUÇÃO

Fertilidade do solo pode ser simploriamente entendida como a disponibilidade de nutrientes em um solo (RAIJ, 1983). Disponibilidade esta que, segundo Raij (1983), nem sempre poderá ser bem traduzida em escala numérica, uma vez que a disponibilidade no solo irá depender de bem mais mecanismos naturais do que a mera presença no solo, levando em conta ainda a característica que o solo possui de ser uma solução, que possui nutrientes irregularmente distribuídos em suas partes, promovendo alto grau de heterogeneidade dos mesmos.

O que caracteriza um solo como saudável ainda é um debate entre autores, Pierce & Larson (1993) preferem a definição simplória de “apto para uso”, já Doran & Parkin (1994) propõem que a fertilidade, qualidade ou saúde do solo é a capacidade produtiva do solo para funcionar nos limites do ecossistema, sustentando e aportando as funções biológicas, sendo essas funções tanto em um presente imediato como no futuro do ecossistema.

Segundo D'odorico *et al.* (2013) mudanças indesejáveis na estrutura do solo podem ser associadas ao manejo ineficaz da área. A ação antrópica, mudanças no uso da terra e cobertura vegetal estão associados a deterioração, e conseqüente erosão, do solo (CEBECAUER; HOFIERKA 2008), alterando a paisagem local, a sua composição, influenciando na sua fertilidade, uma vez que ocorre perda de matéria orgânica e diferentes minerais da estrutura base (PINHEIRO *et al.*, 2010). Processos de degradação do solo, como a desertificação, abalam tanto o ecossistema como as relações socioeconômicas dos indivíduos ali residentes (D'ODORICO *et al.*, 2013). Como posto por Alves, Azevedo & Cândido (2017) existe um baixo índice de desenvolvimento socioeconômico em pequenas propriedades com atividades agrícolas e práticas econômicas com bases pouco sustentáveis.

Pela compreensão de mecanismos físicos, químicos e biológicos de um solo é possível indicar formas de manejo adequadas a fim de recuperar um solo degradado ou em processo de degradação (WILHJELM *et al.*, 2002).

Doran e Parkin (1996) propõe um conjunto de atributos a serem considerados para avaliação da qualidade de um solo, que levam em conta a facilidade de manuseio de material e interpretação de resultados por parte de cientistas, técnicos e proprietários de terra; a integralização de aspectos da química, física e biologia do solo; sensibilidade a variações climáticas e de manejo. Doran (1996) propõe ainda que o avaliador da área responda à pergunta “quais medidas devem-se fazer ou o que se deve observar para ajudar na avaliação dos efeitos do manejo na função natural do solo no momento atual e em cenários futuros?”, incentivando assim uma maior cautela nos atos de manejo solo, para o que o mesmo desenvolva maior resiliência.

Neste contexto, a Cromatografia de Pfeiffer se torna uma ferramenta eficaz, por ser uma análise de solo de cunho qualitativo e que leva em consideração a avaliação visual de cores, formas e interações entre zonas dentro de um cromatograma, facilitando a interpretação não apenas por parte do pesquisador, estudante ou cientista, mas também por parte do agricultor (DOMINGUES *et al.*, 2018). A cromatografia de Pfeiffer pode ser utilizada no monitoramento de agroecossistemas como um indicador de qualidade de solos. O resultado da cromatografia se constitui num holograma da saúde do solo, onde podemos observar as propriedades físicas, químicas e biológicas (PINHEIRO, 2011).

Tendo em vista estes aspectos, este trabalho teve como objetivo avaliar, por análises diversas, a fertilidade de solos agrícolas com diferentes manejos e/ou sistemas de cultivos na agricultura familiar no Agreste paraibano. Para isso, focou-se em identificar indicadores de qualidade usados pelos agricultores para avaliar a fertilidade do solo; avaliar a fertilidade do solo por métodos convencionais e alternativos como a cromatografia de Pfeiffer; e comparar e discutir os resultados das análises empregadas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Descrição da área

O estudo se deu dentro da mesorregião Agreste do estado da Paraíba, que tem, pela classificação de Köppen, clima As', quente e úmido. Tem como uma das principais bacias hidrográficas o Rio Paraíba, com a sub-bacia do Rio Taperoá. O açude de Boqueirão represa águas do Rio Paraíba e abastece diversos municípios e comunidades da região, que tem como principal formação de solos Argissolos Vermelho-Amarelo Eutrófico (Embrapa Solos, 2011). Foram visitadas propriedades na cidade de Lagoa Seca – PB, nas comunidades Sítio Floriano, Sítio Lagoa do Gravatá, e Sítio Oiti, na cidade de Massaranduba – PB, na comunidade Sítio Cachoeira de Pedra D'água (Figura 01).

**Figura 1:** Representação cartográfica da localização, em triângulos vermelhos, das comunidades onde foram realizadas coletas de solo.



**Fonte:** autor.

As propriedades agrícolas visitadas têm produção de base agroecológica familiar e algumas fazem uso de adubação orgânica por meio de esterco bovino. As propriedades serão denominadas como A, B, C, D e E (Tabela 01).

**Tabela 01:** Descrição da produção agrícola das propriedades visitadas.

Propriedade	Adubação orgânica	Produção
A	Faz uso	Chuchu, alface e coentro
B	Faz uso	Macaxeira, alface, coentro, couve, feijão, milho
C	Não faz uso	Hortaliças, feijão, macaxeira, fava e banana
D	Faz uso	Laranja, macaxeira, batata doce, milho e feijão
E	Não faz uso	Banana, milho e feijão

**Fonte:** autor.

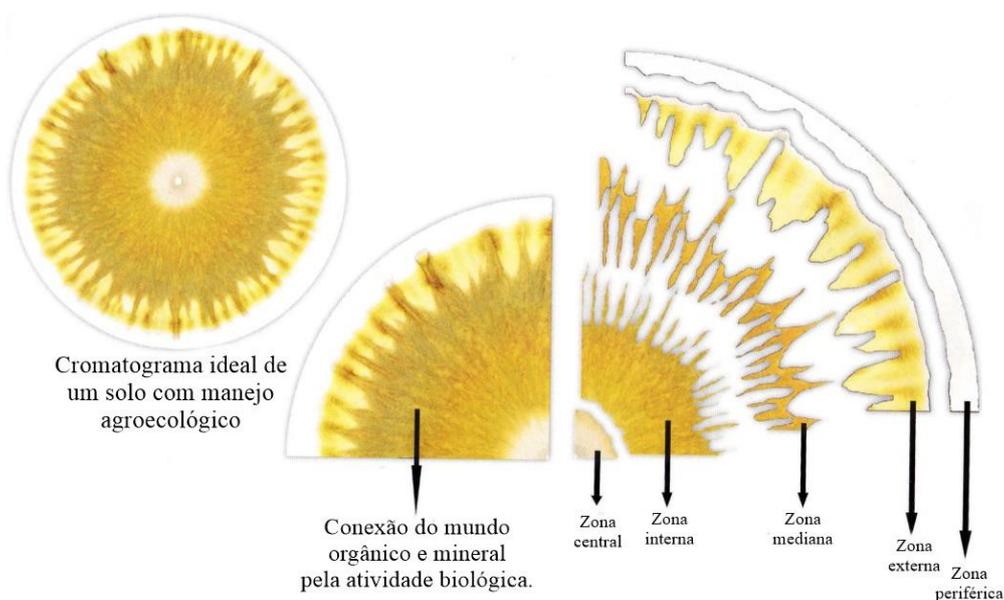
### 2.2 Análise de solo por Cromatografia de Pfeiffer

O princípio da análise cromatográfica é qualitativo e, em ordem, separa diferentes frações do extrato do solo pela capilaridade em papel filtro apropriado. O papel filtro com

solução reativa ( $\text{AgNO}_3$  a 0,5%) reage com substâncias extraídas do solo a partir de uma solução extratora ( $\text{NaOH}$  a 1%). A precipitação desta reação ocorre a várias distâncias do ponto de aplicação. A distância, padrão, cor e forma na área são utilizadas na interpretação das substâncias contidas no extrato (PFEIFFER, 1984). Na análise da interpretação dos cromatogramas revelados, deve-se levar em consideração quatro importantes aspectos: cor, radiais, terminação e interação (MIRANDA; SALLA; ARAÚJO, 2018).

Para analisar os resultados, a figura é dividida em zonas, do centro à extremidade, e a ligação entre as zonas, abruptas ou gradativas, como exemplificada nas Figuras 02 e 03.

**Figura 2:** Exemplo de um cromatograma de solo ideal e sua divisão em zonas distintas.



**Fonte:** Rivera & Pinheiro, 2011.

**Figura 3:** Exemplo de características desejáveis e indesejáveis dentro de um cromatograma.



**Fonte:** Rivera & Pinheiro, 2011.

### 2.3 Amostragem de Solo

A amostragem do solo se deu nas propriedades agrícolas do Agreste Paraibano, com diferentes tipos de manejo de solo e sistemas de cultivo.

Foram selecionadas 5 propriedades familiares de base agroecológica nas quais coletaram-se duas amostras simples de solo dentro de cada área de cultivo, totalizando 10 amostras que foram processadas e submetidas às análises e interpretações dos resultados.

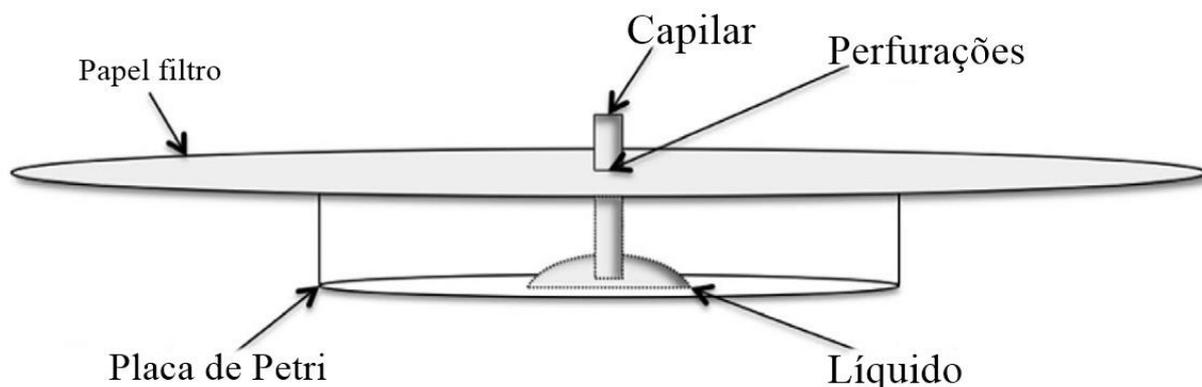
A coleta de amostras simples foi feita com trado holandês na profundidade 0 a 20cm, aleatoriamente nas glebas com diferentes manejos ou sistemas de cultivo para compor as amostras compostas e devidamente identificadas. Em seguida foram secas à sombra e peneiradas em peneiras de 2mm (FILIZOLA, 2006).

### 2.4 Montagem do aparato

O papel filtro circular (quantitativo 200mesh, 15cm de diâmetro da fabricante Química Moderna) foi preparado previamente dobrando o papel e marcando três locais: centro, a 4,8cm e a 7,2cm do centro. Em seguida, os papéis foram perfurados ao centro com perfurador de diâmetro 2mm e os demais pontos foram marcados com agulha. Em seguida foram preparados, com o mesmo material do papel filtro, capilares de 2cm de altura e colocados no orifício central para impregnação com as soluções.

Em seguida a solução reveladora, de  $\text{AgNO}_3$  a 0,5%, foi colocada em uma placa de Petri, e o aparato colocado em contato com a solução para que o papel impregne até a marca de 4,8cm, como visto na Figura 04. Após a impregnação com solução reveladora, o aparato foi retirado e seco em folhas de papel absorvente e acondicionado em local escuro para secagem.

**Figura 4:** Representação da montagem do aparato para impregnação do papel filtro e posterior impregnação com solução de solo.



Fonte: Kokornaczyk et al. (2016) (Adaptado)

### 2.5 Extração do material orgânico do solo

As amostras do solo foram moídas e peneiradas em uma malha de 0,5mm. Em seguida, foram pesados 2,5g da amostra de solo moído e acrescentando 50ml da solução extratora, NaOH a 1%. Em seguida a solução foi agitada em movimentos circulares seis vezes no sentido horário e seis vezes no sentido anti-horário, repetindo este procedimento seis vezes e deixado em repouso. Após quinze minutos a solução com solo foi novamente agitada com o mesmo procedimento e deixada em repouso por mais trinta minutos. Após trinta minutos a solução foi novamente agitada pelo mesmo procedimento e, por fim, sedimentada por seis horas.

Após seis horas, foi retirado 5ml do sobrenadante desta solução e colocado em placa de Petri sob o aparato de cromatografia previamente impregnado com a solução reveladora e já

seca. Quando a solução, por capilaridade, atingiu a marcação de 7,2cm do papel, o aparato foi retirado da placa de Petri, o cilindro descartado e o excesso de umidade seco com papel absorvente. Em seguida, o papel-filtro foi revelado à luz por, pelo menos, duas horas.

## 2.6 Análise química do solo

As amostras de solo foram utilizadas para avaliação da fertilidade do solo pela determinação do complexo sortivo (Cálcio, Magnésio, Potássio, Sódio, Alumínio trocável), dos nutrientes (Fósforo e Matéria Orgânica) e do pH, metodologia proposta por Teixeira *et al.* (2017).

Ainda referente aos atributos químicos, foram computados os seguintes parâmetros: soma de bases (valor SB), capacidade de troca de cátions (CTC potencial e efetiva), valores de saturação por bases (V%), saturação do alumínio (m%).

## 2.7 Avaliação visual do cromatograma

Com base na literatura desenvolvida por Rivera & Pinheiro (2011) foram determinados 11 caracteres de avaliação visual para um cromatograma circular plano e atribuídos a cada caractere uma nota de 1 a 4, onde 1 é o melhor valor e 4 o pior valor. Cada caractere tem como base as formas, cores e tamanhos das zonas do cromatograma, bem como a interação entre cada zona, comparados a um croma de um solo ideal.

Os 11 caracteres são: Área Externa, Distribuição da Cor Geral, Forma das Faixas Radiais, Comprimento das Faixas Radiais, Avaliação da Zona Central, Avaliação da Zona Interna, Avaliação da Zona Mediana, Avaliação da Zona Externa, Avaliação da Cor da Zona Externa, Razão do Comprimento Entre Zonas, Transição Entre Zonas.

A Área Externa é caracterizada pela formação de nuvens na área mais externa do croma, quando maior a formação dessas nuvens e picos maior será a atividade enzimática naquela amostra.

A Distribuição da Cor Geral refere-se à colocação homogênea de um cromatograma e, portanto, a disponibilidade de matéria orgânica presente naquela amostra, se o cromatograma apresentar diferentes picos de cores, pode significar que existem déficits na quantidade de matéria orgânica ali presente.

A Forma das Faixas Radiais caracteriza a granulação do solo, que é proporcional a quantidade de faixas.

O Comprimento das Faixas Radiais caracteriza o nível de compactação do solo, sendo faixas longas uma característica de solos pouco compactados.

Acerca da Avaliação da Zona Central, tem-se que a zona central implica na fertilidade geral do solo, um solo fértil geralmente irá revelar um cromatograma de centro branco claro, enquanto um solo de saúde baixa irá gradativamente revelar um cromatograma de centro mais escurecido. A zona central pode ainda ser, em relação às outras, muito pequena, caracterizando uma má composição geral do solo.

A Avaliação da Zona Interna indicará a aeração e estrutura daquele solo, um cromatograma apresentando uma zona interna contendo faixas radiais desde a zona central até a zona externa indica um solo com boa aeração e estrutura, a ausência destas faixas implica na baixa qualidade estrutural daquele solo.

A Avaliação da Zona Intermediária caracteriza a quantidade e qualidade da matéria orgânica presente no solo, um solo que revela um cromatograma com uma zona intermediária apresentando faixas radiais abundantes e sendo notável a maior zona do cromatograma apresenta uma boa qualidade de matéria orgânica, a ausência de faixas radiais nesta zona, bem como um tamanho diminuto implicam na baixa qualidade da matéria orgânica neste solo.

A Avaliação da Zona Externa indicará a quantidade de atividade enzimática presente naquele solo, sendo uma zona externa ideal de cor mais clara que o resto do cromatograma e com a presença tanto de faixas radiais como formações de nuvens.

A Razão entre do Comprimento das Zonas indicará o balanço geral do solo, uma vez que as zonas não devem ter tamanhos exagerados ou diminutos.

A Transição Entre Zonas indicará também o balanço geral do solo, uma vez que as zonas devem transitar umas entre as outras sem pontos de interrupção.

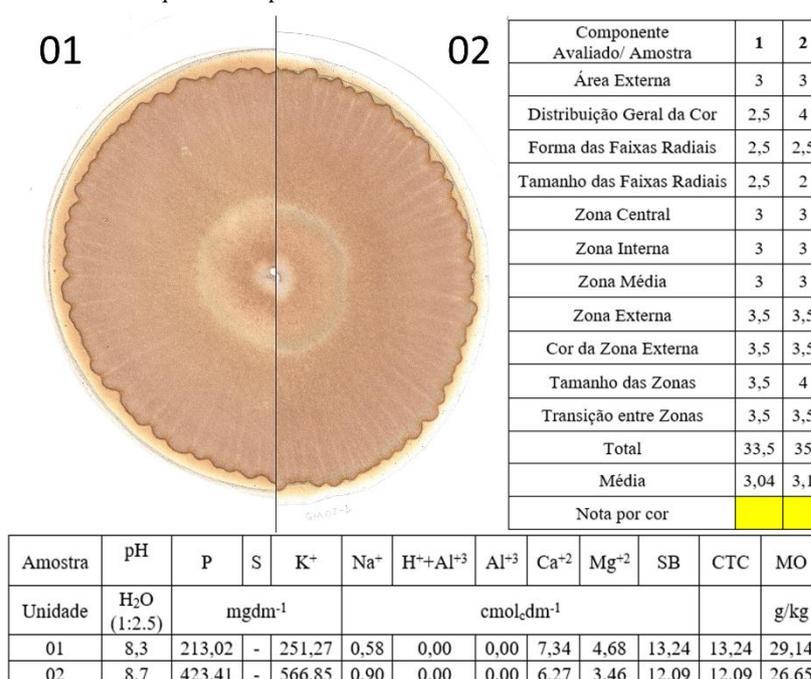
Ao fim a média entre os caracteres é transformada em uma cor, onde média 1,0 a 1,6 caracteriza um solo excelente, cor azul, de 1,7 à a 2,4 caracteriza um solo bom, cor verde, de 2,5 a 3,2 caracteriza um solo mediano, cor amarela, e de 3,3 a 4,0 caracteriza um solo ruim, cor vermelha.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de solo por Cromatografia de Pfeiffer possibilitou avaliar que existe pouca variância entre os diferentes subsistemas analisados, relacionando bem com a análise química tradicional do solo, a qual está disposta no Anexo 01. A análise por caracteres visuais dos cromatogramas está disposta no Anexo 01.

Para a propriedade A os cromatogramas 01 e 02 revelaram um solo ainda em transição de um sistema de cultivo tradicional para um sistema agroecológico (Figura 05). Observa-se que a maioria dos caracteres em ambas as amostras obtiveram nota de mediana a ruim, principalmente nos caracteres Zona externa e Cor da Zona externa, onde observamos uma coloração marrom escura, com forma pouco definida, sem presença de picos, como descrito no cromatograma ideal da Figura 01, e obteve, por fim, a cor amarela, corroborando com a análise química que demonstra o teor médio a alto dos componentes, porém mostra teores extremamente altos de P, que segundo Foth & Ellis (1997), podem ser carregados por erosão e, se em contato com corpos d'água, causar distúrbios na microflora.

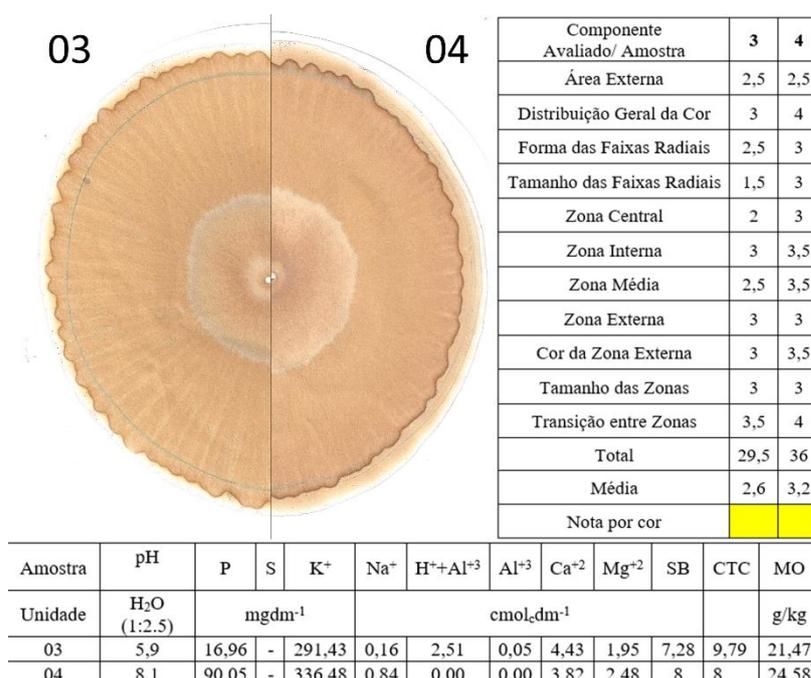
**Figura 5:** Cromatogramas das amostras de solo 01 e 02, da propriedade A, ao lado esquerdo vê-se a análise visual para ambos cromas, bem como a análise química na parte inferior.



Fonte: autor.

Para a propriedade B (Figura 06) obteve-se cromas distintos nas amostras 03 e 04, tanto na análise cromatográfica quanto na química. Na análise visual do croma percebemos que o croma 04 se revelou com relativamente baixa qualidade, sem a presença de faixas radiais no geral, apresentou uma cor opaca e homogênea por todo o cromatograma e sua Zona externa é pouco definida, adquirindo, então, nota amarela, enquanto o croma 03 apresenta uma disposição de faixas radiais de tamanho aceitável e sua Zona externa encontra-se em processo de formação, indicando que o solo está mudando, adquiriu então nota amarela. Apresentam também pequenas diferenças no nível de P disponível na análise química tradicional.

**Figura 6:** Cromatogramas das amostras de solo 03 e 04, da propriedade B, ao lado esquerdo vê-se a análise visual para ambos cromas, bem como a análise química na parte inferior.



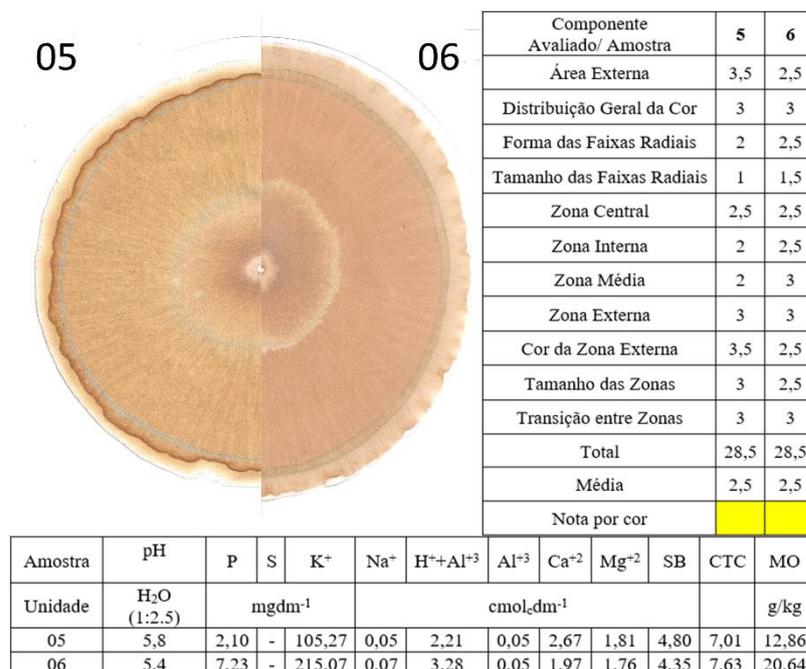
Fonte: autor.

Para a propriedade C (Figura 07) foram obtidos tanto cromatogramas quanto resultados químicos bastante similares. As amostras 05 e 06 apresentaram caracteres visuais de valor mediano, como faixas radiais de distribuição e tamanho aceitáveis, cor bem distribuída por todo o cromatograma, porém não possuem Zona externa bem definida, sendo assim, ambos obtiveram a cor amarela na classificação.

Para a propriedade D (Figura 08) foram obtidos cromas também similares, porém ao contrário da amostra 08, que apresenta Zona central escurecida, faixas radiais de tamanho insuficiente e uma Zona externa pouco definida, e obtendo assim nota mediana e cor amarela, a amostra 07 encontra-se bastante equilibrada, apresentando uma Zona central clara, presença de faixas radiais longas e em bom número, bem como uma Zona externa bem mais definida que as amostras anteriores, obteve assim nota verde, dados que também são percebidos na análise química.

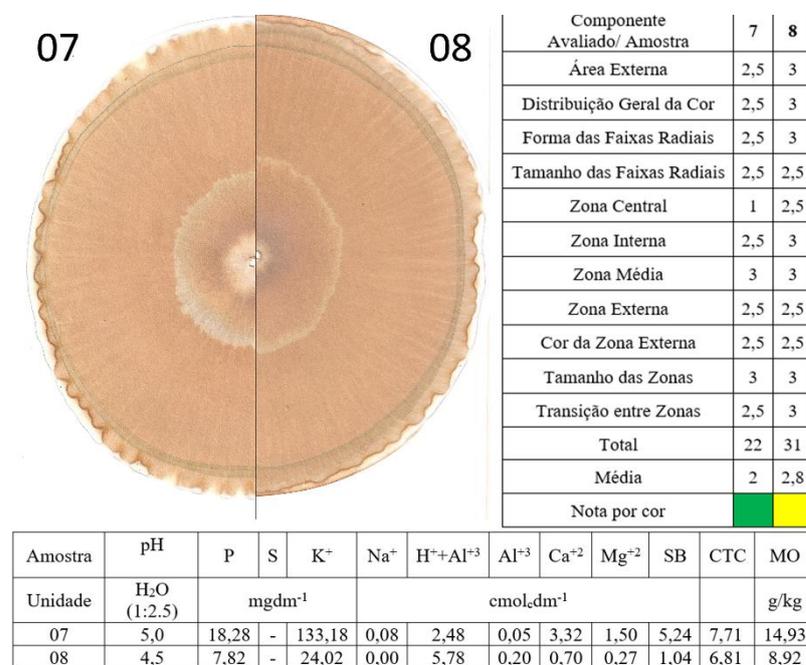
Para a propriedade E (Figura 09) foram obtidos cromas de aspecto, a primeira instância, bastante diferentes, que obtiveram, pela avaliação visual, uma nota mediana para a amostra 09, por apresentar uma Zona externa pouco definida, mas apresentar faixas radiais abundantes, e uma nota verde para a amostra 10, que apresentou uma Zona externa bastante definida, de cor mais clara que as amostras anteriores, apresentam ainda faixas radiais abundantes e longas.

**Figura 7:** Cromatogramas das amostras de solo 05 e 06, da propriedade C, ao lado esquerdo vê-se a análise visual para ambos cromas, bem como a análise química na parte inferior.



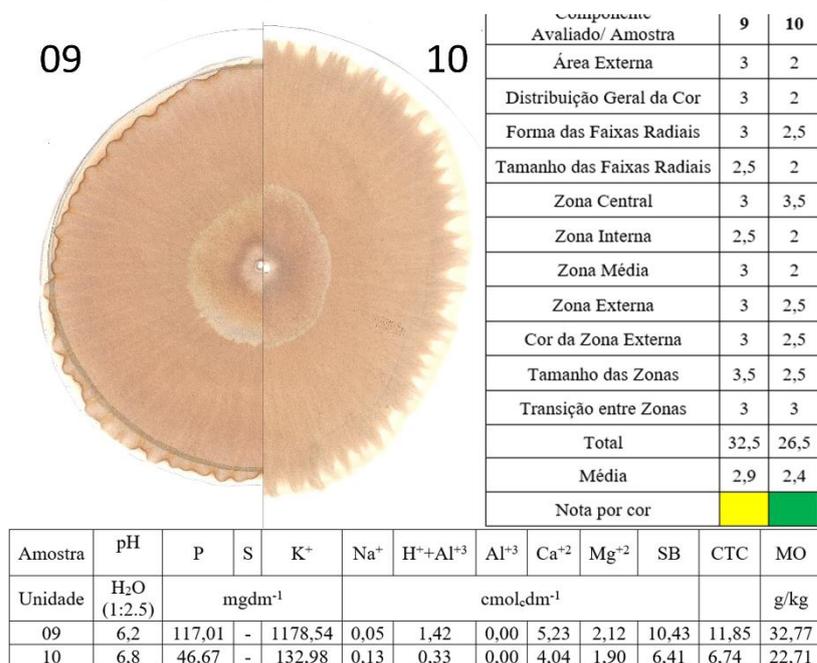
Fonte: autor.

**Figura 8:** Cromatogramas das amostras de solo 07 e 08, da propriedade D, ao lado esquerdo vê-se a análise visual para ambos cromas, bem como a análise química na parte inferior.



Fonte: autor.

**Figura 9:** Cromatogramas das amostras de solo 09 e 10, da propriedade E, ao lado esquerdo vê-se a análise visual para ambos cromas, bem como a análise química na parte inferior.



**Fonte:** autor.

Estes resultados de solos gerando cromatogramas de caracteres, em sua maioria, medianos, também foram obtidos para solos agrícolas na mesma região por Cantalice *et al.* (2020). Reis *et al.* (2020) e Melo *et al.* (2020) demonstraram que solos de mata nativa e cultivos de modelo agroecológico resultam em cromatogramas de excelentes caracteres visuais, enquanto solos em transição de cultivo tradicional para um cultivo agroecológico podem resultar em cromas de caracteres medianos, isto é, apresentando uma mudança em sua estrutura, devido à mudança de princípios utilizados na área.

Rivera & Pinheiro (2011) destacam que, o cromatograma de um solo saudável irá apresentar uma zona externa bem definida, com nuvens e espinhos ou picos bastante delimitados e visíveis, indicando um solo com alta atividade enzimática, e uma zona intermediária conectada com as zonas interna e externas pela presença de faixas radiais, caracterizando uma alta concentração de matéria orgânica a ser decomposta no meio, sendo a atividade enzimática, segundo Dick *et al.* (1996), um indicador direto da intensidade metabólica naquele solo, atividade esta que promove a decomposição da matéria orgânica e posteriormente a ciclagem de nutrientes pela cadeia trófica. A maioria dos cromatogramas deste trabalho apresentam uma zona intermediária em desenvolvimento, caracterizando um solo também em desenvolvimento, que por meio do manejo agroecológico poderá gerar cromas ideais no futuro.

Os cromas que apresentaram maior quantidade e tamanho de faixas radiais apresentaram, ao todo, notas melhores, corroborando com o proposto por Kokornaczyk *et al.* (2016), onde essas faixas são característica de uma canalização direta de micronutrientes pelo filtro e levam a formação de espinhos na região mais externa do cromatograma, sendo estes outros grandes indicadores de qualidade do solo segundo Rivera & Pinheiro (2011).

As análises químicas tradicionais, analisadas segundo Prezotti e M. (2013) (Tabela 02), revelaram um alto teor de K<sup>+</sup> em algumas das amostras, o que pode ser entendido como efeito da adubação orgânica realizada, atualmente ou em um passado próximo, nas propriedades, como demonstrado por Neto *et al.* (1984) e posteriormente corroborado por Lima *et al.* (2007).

## 5 CONCLUSÃO

Os solos das áreas avaliadas encontram-se ainda em transição de um sistema de cultivo tradicional para um sistema de cultivo agroecológico, voltado para a agricultura familiar, portanto, evidenciaram uma satisfatória e gradual condição de saúde e fertilidade para produção, porém possuem quesitos a serem melhor manejados.

A Cromatografia de Pfeiffer apresentou resultados satisfatórios e confiáveis como uma análise alternativa da saúde do solo, sendo corroborada pelos resultados da análise química tradicional do solo.

Mais estudos sobre a forma de interpretação dos componentes químicos, físicos e biológicos do croma podem validar esta tecnologia para que seja mais amplamente divulgada e utilizada.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, Telma Lucia Bezerra; AZEVEDO, Pedro Vieira de; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Indicadores Socioeconômicos e a Desertificação no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo - SP, v. 2, n. 20, p. 19-40, 2017.
- CANTALICE, Raniery Santiago *et al.* Caracterização qualitativa do solo pelo método de cromatografia de Pfeiffer no agroecossistema “Nosso Sítio” em Lagoa Seca-PB. **Cadernos de Agroecologia**, São Cristóvão - SE, v. 2, n. 15, 13 set. 2020.
- CEBECAUER, Tomáš; HOFIERKA, Jaroslav. The consequences of land-cover changes on soil erosion distribution in Slovakia. **Geomorphology**, Prešov - Slovakia, v. 98, n. 3-4, p. 187-198, jun. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.12.035>.
- D’ODORICO, Paolo *et al.* Global desertification: drivers and feedbacks. **Advances In Water Resources**, Tucson - Arizona, v. 51, p. 326-344, Jan. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.01.013>.
- DICK, R. P., Breakwell, D. P., Turco, R. F. Soil enzyme activities and biodiversity measurements as integrative microbiological indicators. In: DORAN, John W.; PARKIN, Timothy B. Quantitative Indicators of Soil Quality: a minimum data set. In: DORAN, John W.; JONES, Alice J. (ed.). **Methods for Assessing Soil Quality**. 49. ed. [S.I]: Soil Science Society of America, Inc, 1996. Cap. 02. p. 25-37
- DORAN, John W.; PARKIN, Timothy B. Defining and Assessing Soil Quality. In: DORAN, John W. *et al* (ed.). **Defining Soil Quality for a Sustainable Environment**. 35. ed. [S.I]: Soil Science Society of America, Inc, 1994. Cap. 1. p. 1-21.
- DORAN, John W.; PARKIN, Timothy B. Quantitative Indicators of Soil Quality: a minimum data set. In: DORAN, John W.; JONES, Alice J. (ed.). **Methods for Assessing Soil Quality**. 49. ed. [S.I]: Soil Science Society of America, Inc, 1996. Cap. 02. p. 25-37.
- DOMINGUES, S.; FAEDO, L.; FARINA, E. CONTINI, R.; GABARDO, G.; BONADIMAN, A. Revisão da cromatografia de Pfeiffer como método de avaliação qualitativa de solos. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa - Congrega Urcamp**, v. 15, n. 15, p. 1471–1479, 2018.

TEIXEIRA, Paulo César *et al.* **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017. 574 p.

FILIZOLA, Heloisa Ferreira; GOMES, Marco Antônio Ferreira; SOUZA, Manoel Dornelas. **Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas para análise da qualidade ambiental**: solo, água e sedimentos. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2006.

FOTH, Henry D.; ELLIS, Boyd D. **Soil Fertility**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1997.  
KOKORNACZYK, M.O.; PRIMAVERA, F.; LUNEIA, R.; BAUMGARTNER, S.; BETTI, L. Analysis of soils by means of Pfeiffer's circular chromatography test and comparison to chemical analysis results. **Biological Agriculture & Horticulture**, p. 1–15, 3 ago. 2016.

LIMA, José Jaime de *et al.* Influência da adubação orgânica nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico e na produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, SP, v. 29, n. 4, p. 715-719, 13 nov. 2007.

MELO, David Marx Antunes de. *et al.* Saúde do Solo através da Cromatografia de Pfeiffer em um agroecossistema em transição agroecológica. **Cadernos de Agroecologia**, São Cristóvão - SE, v. 2, n. 15, 13 set. 2020.

MIRANDA, Alexandre Amadeu Cerqueira; SALLA, Lucas Maurício Xavier; ARAÚJO, Alexandre Eduardo de. Uso da Cromatografia de Pfeiffer como indicador de qualidade do solo: monitoramento do manejo agroecológico da UR-MECA/UFPB. **Cadernos de Agroecologia**, Brasília, DF, v. 1, n. 13, ago. 2018.

NETO, Francisco Bezerra *et al.* NÍVEIS DE MÁXIMA EFICIÊNCIA ECONÔMICA DE ESTERCO DE CURRAL NO CULTIVO DO CAUPI. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 5, p. 567-571, maio 1984.

RAIJ, Bernardo van. **Avaliação da Fertilidade do Solo**. 2. ed. Campinas, SP: Instituto Agrônomo de São Paulo, 1983. 142 p.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 285p. 2001

REIS, Eduarda Fernandes dos *et al.* Qualidade do solo através da Cromatografia de Pfeiffer em subsistemas experimentais com diferentes usos. **Cadernos de Agroecologia**, São Cristóvão - SE, v. 2, n. 15, 13 set. 2020.

RIVERA, Jairo Restrepo; PINHEIRO, Sebastião. **Cromatografía: imágenes de vida y destrucción del suelo**. Cali, CO: Feriva, 2011. 252 p.

SANTOS, H. G. dos; CARVALHO JUNIOR, W. de; DART, R. de O.; AGLIO, M. L. D.; SOUSA, J. S. de; PARES, J. G.; FONTANA, A.; MARTINS, A. L. da S.; OLIVEIRA, A. P. de. O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2011. 67 p.

PIERCE, F. J.; LARSON, W. E. Developing Criteria to evaluate sustainable land management. In: KIMBLE, J. M. **Proc. of the 8th Int. Soil Management Workshop: utilization of soil survey information for sustainable land use**. Lincoln: USDA-SCS, National Soil Survey Center, 1993. p. 7-14.

PFEIFFER, Ehrenfried E. **Chromatography Applied to Quality Testing**. 49. ed. Wyoming: Bio-Dynamics Literature, 1984.

PINHEIRO, Dênniel Trajinelli Coelho *et al.* Monitoramento da fertilidade do solo submetido à erosão hídrica em área cultivada com Eucalyptus sp. em São João Evangelista, MG. **Revista Agroambiental**, [S.l.], jan. 2010. ISSN 2316-1817.

PINHEIRO, S. **Cartilha da Saúde do Solo e Inocuidade dos Alimentos: Cromatografia de Pfeiffer**. Rio Grande do Sul: Sales, 2011.

PREZOTTI, Luiz Carlos; M., André Guarçoni. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. Vitória, Es: Incaper, 2013.

WILHJELM, N. *et al.* **The Wilhjelm Committee: Conference on nature, welfare and economics**. Copenhagen: Skov- Og Naturstyrelsen, 2002. 103 p.



## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe, Rita, pelo apoio.

A todos os amigos e colegas que conheci e compartilhei meu carinho.