

## Qualidade do solo através da Cromatografia de Pfeiffer de um agroecossistema em transição agroecológica no Brejo paraibano

David Marx Antunes de Melo<sup>1</sup>; Wedson Aleff Oliveira da Silva<sup>2</sup>; Eduarda Fernandes dos Reis<sup>3</sup>;  
Gabriel Torres Rodrigues<sup>4</sup>; Gerson João da Silva<sup>5</sup>; Alexandre Eduardo de Araújo<sup>6</sup>

Universidade Federal da Paraíba; <sup>1</sup>[davidatunes@gmail.com](mailto:davidatunes@gmail.com); <sup>2</sup>[wedsonaleff@gmail.com](mailto:wedsonaleff@gmail.com); <sup>3</sup>[imbujurema@gmail.com](mailto:imbujurema@gmail.com);  
<sup>4</sup>[gabriagroeco@gmail.com](mailto:gabriagroeco@gmail.com); <sup>5</sup>[gersonjoaojoao2@gmail.com](mailto:gersonjoaojoao2@gmail.com); <sup>6</sup>[alexandreduardodearaujo@hotmail.com](mailto:alexandreduardodearaujo@hotmail.com).

**RESUMO:** O objeto da proposta foi avaliar a saúde do solo através da Cromatografia do solo de Pfeiffer de quatro subsistemas agrícolas inseridos em um agroecossistema em transição agroecológica. A pesquisa foi realizada no município de Serraria-PB no agroecossistema Cajazeiras em uma unidade de base familiar em transição agroecológica. Para a análise da CSP, foram utilizadas categorias qualitativas observando suas zonas, cores e formas, expressas através de semáforos com cores distintas e legendas. A análise dos cromatogramas dos diferentes subsistemas avaliados apontou variâncias entre as unidades avaliadas. O agroecossistema apresentou desejáveis condições de boa saúde e qualidade do solo pelo método CSP. Os subsistemas obtiveram boa saúde do solo com semáforos azuis no geral. Somente a floresta foi classificada como categoria excelente, na qual obteve semáforos verdes. Conclui-se que a Cromatografia de Pfeiffer é uma técnica que pode ser utilizada para avaliação qualitativa do solo tanto de ecossistemas naturais quanto agroecossistemas, sendo de simples manuseio técnico e baixo custo, mostrando-se como uma alternativa à avaliação e monitoramento de solos por agricultores e para o avanço da transição agroecológica.

**PALAVRAS CHAVE:** Agroecologia; Indicador; Solo vivo; Subsistemas; Sustentabilidade.

### INTRODUÇÃO

O solo, enquanto um ambiente de biocenose, traz em si uma estreita relação entre suas propriedades físicas, químicas e biológicas de maneira sinérgica, não sendo possível compreender os fatores de forma isolada, pois os processos são dinâmicos e influenciam no que denominamos como fertilidade (PRIMAVESI; PRIMAVESI, 2018). Além disso, o solo é essencial para a produção de alimentos, filtragem da água (principal alimento), estocagem de carbono, manutenção da biodiversidade e da saúde das plantas e das pessoas (CARDOSO; FAVERO, 2018).

Referente ao manejo do solo compreende-se que há processos complexos das interações neste sistema vivo, de forma que, nesta perspectiva, são pensadas intervenções menos agressivas na finalidade de preservar sua relação entre matéria orgânica, minerais e microorganismos, estabelecendo o equilíbrio e resiliência do agroecossistema (ALTIERI, 2004).

Alguns indicadores têm sido adotados para examinar a qualidade e sustentabilidade do solo dentro de seus parâmetros físico, químico e biológico, uma vez que a diagnose qualitativa permite avaliação e regulação dos manejos adotados (GRACIANO, 2018). Neste sentido, referencia-se a Cromatografia de Pfeiffer (CP), que pode ser utilizada como um instrumento para análise da qualidade do solo, principalmente nos sistemas agroecológicos dado que permite uma visão holística e integrada dos processos dinâmicos do solo como organismo vivo (GRACIANO, 2018; BAKKER et al., 2008).

Desse modo, a CP pode ser utilizada no monitoramento de agroecossistemas como um excelente indicador de qualidade dos solos, principalmente por ser de fácil acesso e uso, e baixo custo (PILON et al., 2018). É definida como um método físico de separação de diferentes componentes pela caracterização de substâncias complexas, sendo um conjunto de técnicas baseadas no princípio da retenção seletiva. A amostra é representada por um holograma em que é analisada a saúde do solo. Neste cromatograma podem ser observadas as propriedades físicas (estrutura do solo), químicas (minerais e M. O. S.) e biológicas (atividade enzimática) (PINHEIRO, 2015). Para melhor exposição e compreensão das análises do solo utilizam-se formas e cores de modo que se apresenta como uma tecnologia de fácil assimilação para famílias agricultoras.

Nesse sentido, estudo e utilização de métodos mais acessíveis inerentes a análise da qualidade do solo é essencial, pois se trata de um importante indicador do manejo de terras agrícolas e, conseqüentemente, da sustentabilidade dos agroecossistemas (CARDOSO; FÁVERO, 2018). A participação das famílias agricultoras no diálogo construtivo da avaliação da qualidade dos solos é essencial neste processo, visto são estas pessoas que de antemão tem o conhecimento sobre seus agroecossistemas, o histórico e o contexto daqueles solos, considerando este componente da natureza valor cultural e de tradição local. Esta interdisciplinaridade de saberes dedicado ao entendimento das interfaces do solo é denominada etnopedologia (AUDEH et al., 2011).

Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade do solo através da cromatografia do solo de Pfeiffer de três subsistemas agrícolas e do ecossistema de mata, em um agroecossistema de base familiar em transição agroecológica no sítio de Cajazeiras em Serraria-PB.

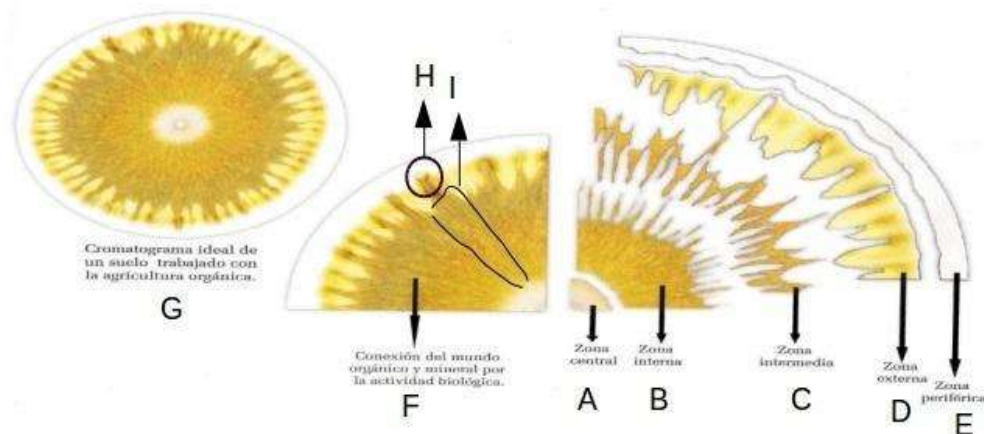
## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em 4 subsistemas em uma propriedade de caráter familiar no município de Serraria-PB. Foi realizada quatro coletas compostas de solos na profundidade de 0 a 20 cm com auxílio de enxadão em quatro subsistemas: Horta, Roçado, Banana e Mata. O solo das áreas, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Embrapa, 2013) foi classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrófico com textura Franco-Argilosa.

O teste de CP foi realizado no Laboratório de Tecnologias Agroecológicas e Desenvolvimento Sócio-ambiental (ASDA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus-Bananeiras. Para o preparo das amostras de solos foram peneiradas, pesadas 5g e solubilizadas no extrator de hidróxido de sódio (NaOH) a 1%, repousando posteriormente, por seis horas. O NaOH atua como dispersante e extrator das substâncias ativas presentes no solo para a solução líquida (PILON et al., 2018).

Para obtenção dos hologramas utilizou-se o papel-filtro circular Jprolab® 41 faixa preta de 15 cm, onde foi realizado uma impregnação com substância foto reativa de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) a 0,5% e postas para secar no escuro. Em seguida, com as amostras de solos repousadas, coletou-se o sobrenadante de cada amostra e foram postas em contato com o papel-filtro impregnado, sendo separadas por capilaridade as frações do extrato do solo, formando assim, a figura cromatográfica (PINHEIRO, 2015). Para analisar os resultados, a figura é dividida em zonas (do centro à extremidade) e a ligação entre zonas (abrupta ou gradativa), como exemplificado na figura 1. A precipitação desta reação ocorre a várias distâncias do ponto de aplicação. A distância, o padrão, a cor e a forma de reação na área são significativamente utilizados na interpretação das substâncias contidas no extrato (PFEIFFER, 1980; PILON, 2018).

**Figura 1.** Exemplo de divisão em zonas no cromatograma: A: Zona Central (ZC); B: Zona Interna (ZI); C: Zona Intermédia (ZI); D: Zona Externa (ZE); E: Zona Periférica (ZP), para anotações; F: indica a ligação entre zonas; G: figura de um cromatograma de um solo saudável; H explosão em nuvem, indica disponibilidade de nutrientes; I são os radiais, ligados a diversidade e complexidade enzimática e frações húmicas.



Fonte: Autores (2019).

Desse modo, através de uma escala cromatográfica foi levado em consideração cinco aspectos para determinar a fertilidade e a saúde do solo: cor geral do cromatograma; forma e cor da zona central, forma e complexidade das formações radiais; interação entre as principais zonas formadas no cromatograma, forma e características relacionadas a zona externa e suas terminações (RIVERA; PINHEIRO, 2011). Todos os padrões, gerados pela CSP, obtidos na presente atividade consiste e foram avaliados em três zonas em forma de anel localizadas em torno da perfuração central: (i) a *zona central* (ZC), caracterizada pelo seu tamanho e pela cor clara a claro cremoso, apontando questões inerentes a estrutura do solo; (ii) a *zona interna* (ZI), zona mineral e da matéria orgânica, definida com ou sem integração com as zonas anterior e posterior, e, na periferia do padrão; a *zona externa* (ZE): zona da atividade e diversidade microbiana e atividade húmica, presença de dentes diversificados e/ou, em muitos casos, apenas deficientemente visível.

Para descomplexificar a interpretação dos cromas, foi utilizada uma escala cromatográfica levando-se em consideração as zonas do cromatograma e sua harmonia entre elas, utilizando um sistema de cores para estabelecer as categorias que traduzem, de forma pictórica, a interpretação dos cromatogramas: as categorias 1 e 2 correspondem ao vermelho (deficiente), 3 ao amarelo (suficiente), 4 ao verde (bom) e 5 ao azul (excelente) (MELO et al., 2019). Para cada amostra foram realizadas duas repetições. No tocante à análise da interpretação dos cromatogramas foram considerados os procedimentos e critérios usados por Rivera e Pinheiro (2011) e Pinheiro (2015).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cromatografia de Pfeiffer é a descrição do solo em forma de cores, através dela é possível visualizar a dinâmica da biologia edáfica, sua interação entre a física (estrutura) e a química (minerais e matéria orgânica).

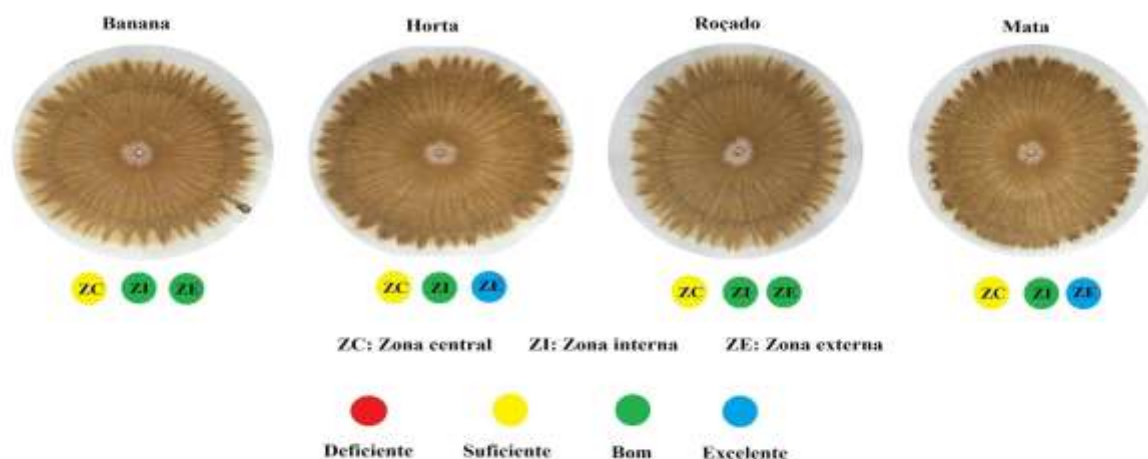
A análise da qualidade do solo através dos cromatogramas indicaram boas características das diferentes zonas, da coloração e integração dos cromatogramas, indicando que os solos do agroecossistema estão com boas condições de qualidade e sustentabilidade. Os cromatogramas dos subsistemas (Figura 2).

Para a zona central (ZC), indicadora da aeração, estrutura e densidade do solo, todos às amostras obtiveram coloração amarela na condição suficiente indicando um resultado positivo para a estrutura do solo apontando boa aeração e consequentemente uma melhor troca de Oxigênio e gás carbônico, e outras formas voláteis (N e S) do solo com a atmosfera (PINHEIRO, 2015). A boa aeração do solo é determinante para a atividade biológica, dinâmica dos nutrientes para as reações químicas-biológicas e para o crescimento das plantas (BALOTA, 2018). Essas condições são notadas pelo tamanho, coloração da Zona Central e sua harmonia com a Zona Interna (**Figura 2**). Como os solos possuem textura argilosa, os subsistemas ficaram com a mesma condição física do solo apontando resultado suficiente com semáforo amarelo, todas as áreas são manejados somente com ferramentas manuais, os resíduos das culturas são depositados nos solos para servirem de cobertura morta, influenciando diretamente a aeração, estrutura do solo e consequentemente boa mobilidade da mesofauna do solo acelerando a incorporação dos detritos e a ciclagem de nutrientes (BHADAURIA; SAXENA, 2010). Essas condicionantes citadas acima são ótimos indicadores do uso e qualidade do solo devido a sua sensibilidade às práticas de manejo adotadas, dessa forma, aderir práticas que proporcionem a melhoria da qualidade do solo, como: adicionar constante de cobertura vegetal no solo; proporcionar boa drenagem; manter e melhorar os índices de matéria orgânica; reduzir a pressão causada por máquinas e o revolvimento excessivo no solo (ALBUQUERQUE, 2009). Os subsistemas são cultivados nos princípios do policultura e a família realiza a rotação de culturas no roçado e na horta, o que é de extrema importância e favorece melhoria da qualidade e sustentabilidade do solo.

Para a avaliação da zona interna (ZI), que indica atividade dos minerais e matéria orgânica, todos os subsistemas analisados apresentaram de acordo com os parâmetros estabelecidos com boa qualidade, exibindo a cor verde como resultado de uma boa interação com ZC e ZE (PINHEIRO, 2015). Nessa perspectiva, Primavesi (2016) afirma que a matéria orgânica é mais que adubo, ela é alimento para vida aeróbia do solo, que o agrega, criando o sistema macroporoso por onde entram ar e água indispensáveis para a produção vegetal, considerado elemento primordial para manutenção da vida do solo e reserva de recursos hídricos e nutricionais. O desenvolvimento e disponibilidade nutricional favorável dos cromatogramas podem ser descritos de acordo com a formação dos raios da primeira zona (ZC) até a última zona (ZE) que possui relação com a CTC do solo, observando-se então, que na **Figura 2** as cores apresentadas nesta zona para todos os subsistemas demonstram uma interação harmônica entre as mesmas. Ainda sobre a ZI, é possível observar pela cromatografia a relação da dinâmica dos minerais, o arranjo dos seus constituintes e a associação com os grupamentos reativos da matéria orgânica (RIVERA; PINHEIRO, 2011; MIRANDA et al., 2018). Essas características do solo são resultantes das grandes transformações físicas, químicas e biológicas nessas áreas. Sobre a matéria orgânica, ela também tem o potencial de aumentar a CTC e de complexar o Al e retirando da solução do solo para não haver toxidez para as plantas (CARDOSO; FAVERO; 2018). Para a manutenção da qualidade e sustentabilidade dos solos tropicais, são necessários ingressos contínuos de material orgânico, já que, sob condições tropicais, essa matéria orgânica assim como os minerais, decompõe-se rapidamente (CARDOSO; KUYPER, 2006).

Em relação a Zona externa (ZE) que se refere a área proteica e enzimática do solo, a horta por ser um subsistema de ciclagem intensa e a mata por ser referência de ecossistema sustentável apresentaram os melhores resultados. Considerado excelente de acordo com a escala estabelecida (cor azul), apontando boa formação dos dentes no perímetro externo, indicando alta biodiversidade enzimática com alto estado de qualidade e sustentabilidade do solo (PINHEIRO, 2015). Os subsistemas de cultivo de banana e roçado apresentaram parâmetro bom (cor verde) de acordo com a escala de cores que foi estabelecida, tendo a formação dos dentes no perímetro externo evidente apontando desenvolvimento para um solo com maior disponibilidade de nutrientes (GRACIANO, 2018). Segundo Balota (2018), atividade enzimática é influenciada por fatores abióticos e bióticos do solo e, que, está diretamente relacionada às características físicas-químicas como temperatura, umidade, pH, teor de C orgânico, nutrientes, entre outros. De forma geral, os cromatogramas apresentaram desejáveis aparências harmônicas com ótima integração entre todas as zonas, e as cores dos cromatogramas também podem ser associadas para a qualidade biológica dos solos, desde um marrom escuro opaco para uma cor mais viva (RIVERA; PINHEIRO, 2011).

**Figura 2.** Cromatogramas dos subsistemas Banana, Horta, Roçado e da Mata.



Fonte: Própria (2019).

Desse modo, a cromatografia se mostrou somente como um método complementar à análise convencional, comumente realizada para avaliar a fertilidade dos solos, mas como uma ferramenta com outra perspectiva no sentido de integrar os aspectos físicos, químicos e biológicos, proporcionando a ressignificação da dinâmica do solo e sua inserção como componente chave da paisagem agrícola e de saúde e sustentabilidade de um agroecossistema (MELO et al., 2018).

## CONCLUSÕES

Os solos do agroecossistema familiar possuem boa qualidade apontando importante condição para o fortalecimento dos subsistemas produtivos para o aumento da segurança alimentar e nutricional, e avanço na transição agroecológica. Todos os subsistemas analisados apresentaram boas características na dinâmica da saúde do solo.

A Cromatografia de Solos de Pfeiffer enquanto instrumento metodológico avaliador da qualidade do solo, se demonstrou eficiente, aplicável e benéfico para a realização da avaliação da qualidade sistêmica do solo, revelando-se ser sensível para avaliação dos atributos físicos, químicos e biológicos inerentes a saúde e vida do solo.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C.; FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: Efeito sobre a forma de estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, 2009.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 120 p. 2004.

ARAÚJO, A. S. F. de; MONTEIRO, R. T. R.. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**. Uberlândia, p. 66-75. set. 2007.

AUDEH, S. J. S.; LIMA, A. C. R.; CARDOSO, I. M.; CASALINHO, H. D.; JUCKSCH, I. J. Qualidade do solo: uma visão etnopedológica em propriedades agrícolas familiares produtoras de fumo orgânico. *Rev. Bras. de Agroecologia*. p. 34-48, 2011.

BALOTA, E. L.: **Manejo e qualidade biológica do solo**. Edição revisada, Londrina: Midiograf, 280p., 2018.

BAKKER, A. Y BAKKER, J. **Cromatografia, imagens de energia**. Holanda: Borger, 103 p., 2008.

BHADAURIA, T.; SAXENA, K. G. Role of Earthworms in soil fertility maintenance through the production of biogenic structures. **Applied and Environmental Soil Science**, 7 p., 2010.

CARDOSO, I. M.; KUYPER, T. W. Mycorrhizas and tropical soil fertility. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 116, n. 1-2, p. 72-84, Aug. 2006.

MELO, D. M. A. et al. Qualidade do solo através da Cromatografia de Pfeiffer em um agroecossistema em transição agroecológica no agreste paraibano. In: II Congresso Paraibano de Agroecologia & IV Exposição Tecnológica, 2019. Anais. Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 9, n.7, e-7052, 2019.

---

CARDOSO, I. M.; FÁVERO, C. **Solos e agroecologia**. (Coleção transição agroecológica). V. 4. Editores técnicos – Brasília, DF: Embrapa, 373 p. 2018.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência rural**. Santa Maria. Vol. 33, n. 6, p. 1161-1164, 2003.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Quantitative Indicators of Soil Quality: a minimum data set. **Soil Science Society Of America**, Madison, v. 49, n. 1, p.25-37, jan. 1996.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p. 2013.

GRACIANO, I. **Avaliação da saúde do solo por meio da cromatografia de Pfeiffer: Aspectos metodológicos e aplicações**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Paraná, 2018.

MELO, D. M. A.; MIRANDA, A. A. C.; RODRIGUES, G. T.; SOUZA FILHO, M. R.; ARAÚJO, R. C. **Caracterização qualitativa dos solos através de cromatografia de Pfeiffer no Cariri paraibano**. In: I Workshop Sobre Biologia Dos Solos da Caatinga (WBSC), v. 1. Areia-PB. 2018.

MELO, D. M. A.; REIS, E. F.; COARACY, T. N.; SILVA, W. A. O.; ARAÚJO, A. E. Cromatografia de Pfeiffer como indicadora agroecológica da qualidade do solo em agroecossistemas. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, UFAL - Alagoas - AL. 2019.

MIRANDA, A. A. C.; SALLA, L. M. X.; ARAÚJO, A.E.: Uso da Cromatografia de Pfeiffer como indicador de qualidade do solo: monitoramento do manejo agroecológico da UR-MECA/UFPB. **Cadernos de Agroecologia – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, N° 1, Jul. 2018**.

PILON, L. C.; CARDOSO, J. H.; MEDEIROS, F. S. **Guia Prático de Cromatografia de Pfeiffer**. Embrapa Clima Temperado. DOCUMENTOS 455. Pelotas, RS. 2018.

PINHEIRO, S. **Saúde do Solo: Biopoder camponês versus agronegócio**. Rio Grande do Sul: Salles Editora, 224 p. 2015.

PINHEIRO, S. **Agroecologia 7.0 - Bombeiro agroecológico: farinhas de rochas, biofertilizantes, biochar, agrohomeopatia e sideróforos**. Porto Alegre. Juquira Candiru Satyagraha, 663 p., 2019.

PRIMAVESI, A. **Manual do solo vivo**. São Paulo: Expressão Popular, 2016.

PRIMAVESI, A.; PRIMAVESI, A.. **A biocenose do solo na produção vegetal & Deficiências minerais em culturas: nutrição e produção vegetal**. São Paulo: Expressão Popular, 2018.

RIVERA, J. R.; PINHEIRO, S. **Cromatografía: imágenes de vida y destrucción del suelo**. Cali: Feriva, 252 p. 2011.

## **AGRADECIMENTOS**

Apoio financeiro: Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba - FAPESQ.