



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**PABLO HENRIQUE GOMES DOS SANTOS**

**MICROORGANISMOS INDICADORES DA QUALIDADE DO SOLO SOB  
SISTEMAS DE USO NO PERÍMETRO IRRIGADO DE SOUSA - PB**

**POMBAL – PB**

**2021**

**PABLO HENRIQUE GOMES DOS SANTOS**

**MICROORGANISMOS INDICADORES DA QUALIDADE DO SOLO SOB  
SISTEMAS DE USO NO PERÍMETRO IRRIGADO DE SOUSA - PB**

Trabalho de Conclusão do Curso de Agronomia da Unidade Acadêmica de Ciências agrárias do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande como requisito parcial para a obtenção para obtenção do grau de Bacharel.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Adriana Silva Lima

**POMBAL – PB**

**2021**

S237m

Santos, Pablo Henrique Gomes dos.

Microrganismos indicadores da qualidade do solo sob sistemas de uso no perímetro irrigado de Sousa - PB . / Pablo Henrique Gomes dos Santos. - Pombal, 2021.

43 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2021.

"Orientação: Profa. Dra. Adriana Silva Lima."

Referências.

1. Irrigação. 2. Sousa - perímetro irrigado. 3. Solo - qualidade - microorganismos. 4. Sousa - irrigação - solo. 5. Manejo do solo. 6. Densidade microbiana. I. Lima, Adriana Silva. II. Título.

CDU 626.81(043)

**PABLO HENRIQUE GOMES DOS SANTOS**

**MICROORGANISMOS INDICADORES DA QUALIDADE DO SOLO SOB  
SISTEMAS DE USO NO PERÍMETRO IRRIGADO DE SOUSA - PB**

Trabalho de Conclusão do Curso de  
Agronomia da Unidade Acadêmica de Ciências  
agrárias do Centro de Ciências e Tecnologia  
Agroalimentar da Universidade Federal de  
Campina Grande como requisito parcial para a  
obtenção para obtenção do grau de Bacharel.

APROVADA EM: 13/05/2021

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

*Adriana Silva Lima*

---

**Orientadora – Prof.ª D. Sc. Adriana Silva Lima  
(UAGRA/CCTA/UFCG)  
Orientadora**

*Janiny Vieira de Abrantes*

---

**Membro – MSc. Janiny Vieira De Abrantes  
(PPGSA/CCTA/UFCG)  
Examinadora Interna**

*Adriana Ferreira dos Santos*

---

**Membro – Prof.ª D. Sc. Adriana Ferreira dos Santos  
(CCA/DSEU/UFPB)  
Examinadora Externa**

**POMBAL-PB  
2021**

## DEDICATÓRIA

A minha mãe, Luzineide Maria Gomes, por todo apoio, incentivo e amor, juntamente aos meus familiares para que esse momento acontecesse, minha gratidão, sem vocês essa conquista não seria possível.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me manter sábio e ter me dado discernimento nos momentos bons e ruins, por nunca me deixar falhar nesta longa caminhada, grato ao teu amor, que sempre esteve sobre mim e por todas as vezes que renovou a minha fé, mesmo eu sendo falho, obrigado, meu Senhor.

A minha mãe, Luzineide, por todos os esforços que se fez até aqui, sem ti não seria fácil e nem possível, obrigado por cada trabalho que realizou, entre as linhas das tuas costuras, saem artes, que dessas artes, saem a esperança para que a vitória do teu primogênito fosse concebível. Você é minha maior inspiração, exemplo de pessoa, amo você.

Aos meus familiares, ao meu pai, Denilson, pelos momentos que se fez presente. Aos meus irmãos, João Pedro, Analice e Ana Vitória. A minha querida Vozinha, Maria de Lourdes, ao meu avô João Emanuel, ao meu sobrinho Lorenzo, aos meus primos, Paulo César, Heitor, Maria Cecília, Pedro Guilherme, Maria Helena por sempre se preocuparem comigo e todo amor cedido. Aos meus tios(as), Letícia, Leoneide, Leontina, Pedro e John Lennon por todas as palavras de apoio, incentivo e por toda ajuda, gratidão é o sentimento que sinto por vocês.

Aos demais familiares e amigos da família, que compartilhei essa jornada, Lourdinha, Tadeu, Gabrielle, Elizângela, Patrícia, Bernardo, Isabel, Victória, Ivanildo, Rosa (In memoriam), Diniz (In memoriam), Elke, meu muito obrigado.

Aos meus compadres, Bruno Angelim e Julianne Saraiva, por me terem dado a benção de ser padrinho de Alice Melinda, me trazendo alegria durante esse período, obrigado por cada conversa e companheirismo.

As famílias pombalenses Gomes dos Santos do Sr. e Srt<sup>a</sup>., Evangelista e Maria, Wolmer Soares do Sr. e Srt<sup>a</sup>. Pedro e Elane e Matos da Silva do Sr. e Srt<sup>a</sup>. Francisco e Aparecida, que por muitos momentos me acolheram dentro da sua casa, cedendo espaço e uma boa conversa, momentos que levarei comigo.

Aos meus amigos cabroboenses, Stephany, Willyanne, Nádia, Jaynara, Valéria e Matheus, por bons momentos nas férias, onde era o único momento que nos encontrávamos pessoalmente e me garantiam boas risadas, vocês também são parte desse momento, pois vocês emanam boas energias nos momentos que preciso.

Aos meus amigos de turma, o eterno 2015.2, Lêonidas, Patrícia, Karoline, Éder, Valéria, Idelvan, Smyth, Carlysson, Mariana, Arthur Felinto, Arthur Dimas, Andréia, Jonhatan, Eryques, Isabel, meu muito obrigado, ter convivido com vocês foi gratificante, desejo todo sucesso do mundo a vocês. E aos demais amigos que tive o prazer de conhecer durante o percorrer do curso, Paloma, Mikaele, Vany, Evanaldo, Valeska, Tanmirys, Caio e Jefferson o sentimento é o mesmo, vocês são incríveis.

Aos meus amigos que contribuíram com a pesquisa desse trabalho, Elizineudo Nogueira e Tanmirys Wolmer, vocês foram excepcionais para a execução do mesmo.

A Universidade Federal de Campina Grande, campus de Pombal, grato a oportunidade, pela formação acadêmica.

Ao colegiado do curso de Agronomia, meu obrigado, cada disciplina ministrada por vocês foi essencial, para o futuro engenheiro agrônomo que está saindo. Aos demais funcionários que constituem e edificam esse campus, corpo técnico e terceirizados, vocês são extraordinários.

A empresa Santana Sementes (Fazenda Savana), sede de Sousa - Paraíba, por ter cedido o tempo e espaço de vocês, para me ajudar, no desenvolver desse trabalho, fica aqui minha gratidão ao funcionário Francisco e ao Gerente Feliciano.

A secretaria de Agricultura e Abastecimento do município de Pombal – Paraíba, em Especial ao Secretário e Médico Veterinário Fernando Gomes e o Engenheiro Agrônomo Leonardo Alves, por ter contribuído no desenvolver do meu estagiário obrigatório.

A banca examinadora, Prof. Adriana Ferreira dos Santos e Janiny Vieira de Abrantes, por todas as contribuições ao trabalho.

A minha Orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dra. Adriana Silva Lima, por ter contribuído com meu aprendizado, grato pelos momentos e por cada palavra, tenha certeza que absorvi só coisas boas, obrigado por tanto. Aquela pequena conversa quando paguei microbiologia do solo, foi essencial para o meu progresso dentro da universidade, a Sra. é incrível e não mede esforços para ajudar, profissional ética e responsável.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa de localização, área de coleta do solo, SOUSA – PB 32
- Figura 2.** Logaritmo das Unidades Formadoras de colônia (UFC) de células de bactérias, das áreas Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2), Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2) na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, Sousa, PB. 30
- Figura 3.** Logaritmo médio das Unidades Formadoras de colônia (UFC) de células de bactérias, das áreas Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2), Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2) na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, Sousa, PB. 30
- Figura 4.** Logaritmo das Unidades Formadoras de colônia (UFC) de células de fungos, das áreas Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2), Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2) na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, Sousa, PB. 31
- Figura 5.** Logaritmo das médias Unidades Formadoras de colônia (UFC) de células de fungos, das áreas Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2), Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2) na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, Sousa, PB. 32
- Figura 6.** Logaritmo das Unidades Formadoras de colônia (UFC) de células de actinomicetos, das áreas Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2), Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) 32



(Referência 2) na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, Sousa, PB.

**Figura 7.** Logaritmo das médias das Unidades Formadoras de colônia (UFC) de células de actinomicetos, das áreas Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2), Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2), na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, Sousa, PB.

33

**Figura 8.** Logaritmo das Médias da Unidades Formadoras de colônia (UFC) de células de actinomicetos, das áreas Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2), Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2) na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, Sousa, PB.

34

**Figura 9.** Dendrograma de similaridade/dissimilaridade dos atributos biológicos indicadores da qualidade de solo, das áreas Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2), Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2) na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, Sousa, PB.

36

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Principais indicadores físicos, químicos e biológicos e suas relações com a qualidade do solo.	15
<b>Tabela 2:</b> Características das áreas com os sistemas de uso.	23
<b>Tabela 3:</b> Resumo das análises de variância das fontes de variação áreas sob diferentes sistemas de uso e ocorrência de microrganismos para a variável de densidade obtida por Log UFC de microrganismos (bactérias, fungos e actinomicetos).	29

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	iv
LISTA DE TABELAS .....	vi
RESUMO .....	vii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Qualidade do Solo .....	3
2.1.2 Indicadores da Qualidade do Solo .....	4
2.2. Áreas de sistemas de uso de solo.....	5
2.2.1 Área de Preservação Permanente .....	5
2.2.2 Pousio .....	6
2.2.3 Plantio Direto .....	7
2.3 Culturas Instaladas .....	8
2.3.1 Algodão.....	8
2.3.2 Milho.....	9
2.3.3 Sorgo.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	12
3.1 Caracterização da Área Experimental .....	12
3.2 Delineamento Experimental e Caracterização das Áreas de Coleta do Solo .....	12
3.3 Avaliação da densidade de microrganismos do solo .....	14
3.4 Análise Estatística .....	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
5 CONCLUSÃO .....	25
6 REFERÊNCIAS .....	26

## RESUMO

PABLO HENRIQUE GOMES DOS SANTOS. **MICROORGANISMOS INDICADORES DA QUALIDADE DO SOLO SOB SISTEMAS DE USO NO PERÍMETRO IRRIGADO DE SOUSA - PB.** UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR, UFCG, maio de 2021, 43 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Orientadora Prof.<sup>a</sup>. Dra. Adriana Silva Lima.

As práticas agrícolas podem causar alterações na qualidade do solo, e dentre os indicadores da qualidade os microrganismos são os mais sensíveis. O objetivo foi avaliar a ocorrência e a densidade dos microrganismos do solo, como bioindicadores de qualidade dos sistemas de uso no Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa – PB. O delineamento empregado no experimento foi o inteiramente casualizados, com esquema fatorial 9x3, sendo que foram amostrados solo, camada de 0 a 20 cm, de nove áreas de sistemas de uso de solo em áreas da fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, Perímetro Irrigado de Sousa, PB, a saber: Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2), Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2); e três meios de cultura específicos, sendo BDA (batata dextrose ágar) acrescido de amido para crescimento de actinomicetos, NA (nutriente ágar) para bactérias totais e BDA para fungos totais, e emplacamento de três diluições ( $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  e  $10^{-6}$ ), com três repetições. Os atributos biológicos avaliados foram a análise da densidade total de actinomicetos, bactérias e fungos. Em todas as amostras das áreas estudadas foram detectadas a presença de bactérias, fungos e actinomicetos. A densidade dos microrganismos, indicadores de qualidade do solo em todas as áreas dos sistemas de uso da Fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, no Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa – PB foram alterados pelo manejo adotado. A densidade de bactérias, indicador de qualidade de solo, em todos os sistemas de uso das nove áreas estudados foram maiores. As densidades de bactérias, fungos e actinomicetos, indicadores de qualidade de solo, foram utilizados para agrupar os sistemas de uso permanecendo a Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) separada dos demais manejos.

**Palavras-chave:** bioindicadores, densidade microbiana, manejo do solo.

## ABSTRACT

PABLO HENRIQUE GOMES DOS SANTOS. **MICROORGANISMS INDICATORS OF SOIL QUALITY UNDER SYSTEMS OF USE IN THE IRRIGATED PERIMETER OF SOUSA - PB.** ACADEMIC UNIT OF AGRICULTURAL SCIENCES, CENTER OF AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY, UFCG, May 2021, 43 p. Course Completion Work. Advisor PhD. Adriana Silva Lima

Agricultural practices can cause changes in soil quality, and among the quality indicators, microorganisms are the most sensitive. The objective was to evaluate the occurrence and density of soil microorganisms, as quality bioindicators of the systems used in the Irrigated Perimeter of Várzeas de Sousa - PB. The design used in the experiment was completely randomized, with a 9x3 factorial scheme, with soil sampled from 0 to 20 cm, from nine areas of land use systems in areas of the Savana farm - Grupo Santana Sementes, Perimeter Irrigated of Sousa, PB, namely: Cotton in Dry Land 1 (ASM1), Cotton in Dry Land 2 (ASM2), Irrigated Cotton (AI), Sorghum in Dry Land (SS), Fallow (P), Crop rotation Cotton / Corn Stain 1 (RAMM1), Crop rotation Cotton / Maize Spot 2 (RAMM2), Permanent Preservation Area Spot 1 (APPM1) (Reference 1), Permanent Preservation Area Spot 2 (APPM2) (Reference 2); and three specific culture media, BDA (potato dextrose agar) plus starch for the growth of actinomycetes, NA (agar nutrient) for total bacteria and BDA for total fungi, and three dilutions (10<sup>-4</sup>, 10<sup>-5</sup> and 10<sup>-6</sup>), with three repetitions. The biological attributes evaluated were the analysis of the total density of actinomycetes, bacteria and fungi. In all samples of the studied areas, the presence of bacteria, fungi and actinomycetes were detected. The density of microorganisms, indicators of soil quality in all areas of the use systems of the Savana Farm - Santana Sementes Group, in the Irrigated Perimeter of Várzeas de Sousa - PB were altered by the management adopted. The density of bacteria, an indicator of soil quality, in all the use systems of the nine areas studied were higher. The densities of bacteria, fungi and actinomycetes, indicators of soil quality, were used to group the use systems, keeping the Permanent Preservation Area Mancha 1 (APPM1) separate from the other managements.

**Keywords:** Bioindicators, Microbial density, soil management.

## 1 INTRODUÇÃO

A qualidade do solo é uma propriedade determinante para o aumento de produtividade e sustentabilidade das culturas, influenciando também na saúde das plantas, animais e conseqüentemente seres humanos (MELO et al., 2017). O solo é um recurso natural fundamental, e sua qualidade é formada por fatores químicos, físicos, biológicos e ecológicos, podendo ser modificados em prol de melhor qualidade.

Entre 2000 e 2018, ocorreu um aumento de 45% das áreas destinadas à produção agrícola, com destaque para os períodos de 2000-2010 e 2012-2014. (IBGE, 2020). O aumento da intensidade do uso do solo e a diminuição da cobertura vegetal nativa têm levado à degradação dos recursos naturais, como a diminuição da fertilidade e a desagregação do solo (FREITAS., 2011).

Segundo Ramos (2017) o estudo do solo deve transcender o pouco evolutivo modelo de gestão agrícola, com uma aproximação da realidade, na qual as características do solo devem ser avaliadas de acordo com as funções específicas dos atributos físicos, químicos e biológicos, juntamente com a interação entre eles, de acordo com a finalidade específica de interesse de avaliação, que podem ou não limitar o seu desempenho.

O uso de indicadores de qualidade do solo tem sido muito difundido em países de clima temperado, com maior ênfase na listagem de indicadores e sua influência em dada propriedade do solo (SCHOENHOLTZ et al., 2000). Com isso a utilização de indicadores de qualidade do solo, relacionados à sua funcionalidade, constitui uma maneira indireta de mensurar a qualidade, sendo úteis para o monitoramento de mudanças no ambiente (ARAÚJO et al., 2012).

É necessário aderir a um conjunto de modelos e referências que possam auxiliar a interpretação e comparação das informações que compõem as propriedades de resposta, de modo a facilitar as recomendações para o gerenciamento do sistema produtivo (RAMOS, 2017).

Diversas pesquisas almejam compreender o protagonismo dos organismos edáficos do solo na construção e manutenção da qualidade do solo. Assim, metodologias para a avaliação de indicadores biológicos estão sendo cada vez mais empregadas, principalmente pelo fato que a biota do solo desempenha papel fundamental em diversos processos ecossistêmicos, como

ciclagem de nutrientes, fluxo de energia, dentre outros que ocorrem no solo (SOBUCKI et al. 2019). E os microrganismos possuem a capacidade de dar respostas rápidas a mudanças na qualidade do solo e em alguns casos, alterações na população e na atividade microbiana podem preceder mudanças nas propriedades químicas e físicas, refletindo um claro sinal na melhoria (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

Já que a biomassa microbiana do solo compõe a parte viva e é a mais ativa da matéria, essa biomassa é constituída por fungos, bactérias e actinomicetos (REIS JÚNIOR; MENDES., 2007).

Diante disso, entender a variação desses atributos e a correlação com o manejo e uso do solo são importantes para garantir à sustentabilidade do sistema. Para tanto, faz-se necessária a incorporação de novas metodologias de estudo e pesquisa que apresentem a relevância da temática e das necessidades locais (PERÉZ et al., 2016).

Dessa forma, objetivou-se avaliar a ocorrência e a densidade dos microrganismos do solo, como bioindicadores de qualidade dos sistemas de uso no Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa – PB.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Qualidade do Solo

A preocupação com os recursos naturais tem tornado uma constante, principalmente quando se refere ao setor agropecuário. Em função disso, a utilização de técnicas que tem como premissa a manutenção da qualidade do solo e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas tem ganhado importância com vistas a evitar a degradação do solo (ALMEIDA et al., 2008).

A qualidade do solo não pode ser avaliada de forma direta por uma única variável, mas pode ser estimada a partir da avaliação de indicadores de qualidade do solo (KARLEN; STOTT, 1994; KARLEN et al., 1997; ANDREWS et al., 2004).

Indicadores de qualidade são características mensuráveis, quantitativas ou qualitativas, do solo ou da planta acerca de um processo ou atividade e que permitem caracterizar, avaliar e acompanhar as alterações ocorridas num dado ecossistema (KARLEN et al., 1994; ARSHAD; MARTIN, 2002).

O uso de espécies vegetais de cobertura do solo em sistemas de manejo agrícola tem tornado de suma importância para recuperação e manutenção da qualidade do solo, propiciando melhorias de suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Por essas características, no que se refere ao aumento do estoque de matéria orgânica do solo, as espécies de leguminosas, além de contribuírem com a produção de biomassa, refletem no rendimento das culturas subsequentes (ROSCOE et al., 2006; FERREIRA et al., 2012; CORREA, et al., 2014).

A diminuição do teor de matéria orgânica do solo constitui um indicador relevante da perda de qualidade do solo. A redução deste elemento provoca potencial incapacidade do solo em resistir à deterioração provocada por outros processos, tais como a erosão e a compactação. Sendo o carbono (C) o nutriente que existe em maior quantidade na matéria orgânica, cerca de 58%, a redução desta provoca uma diminuição de uma base energética necessária à sobrevivência de toda a comunidade viva do solo (MARTINS; FERNANDES 2017).

O interesse por indicadores do funcionamento do sistema solo baseados na atividade microbiana tem crescido na comunidade científica, (ARAGÃO et al., 2012). Sendo que a biomassa microbiana é a principal responsável pela decomposição dos resíduos orgânicos, pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo



de energia no solo, podendo ter influência tanto na transformação da matéria orgânica, quanto na estocagem do carbono e nutrientes minerais (JENKINSON; LADD, 1981). A avaliação da biomassa microbiana pode ajudar a orientar os produtores a manejarem seus solos de forma mais produtiva e sustentável (ARAGÃO et al., 2012).

### 2.1.2 Indicadores da Qualidade do Solo

A qualidade do solo é mensurada através do uso de indicadores. Tais indicadores são atributos que medem a condição ambiental que refletem a condição de sustentabilidade do ecossistema. Os indicadores de qualidade do solo podem ser classificados como físicos, químicos e biológicos (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

Na tabela 1, a seguir de (DORAN e PARKIN, 1994) estão apresentados os principais indicadores físicos, químicos e biológicos e suas relações com a qualidade do solo.

**Tabela 1.** Principais indicadores físicos, químicos e biológicos e suas relações com a qualidade do solo.

Indicadores	Relação com a qualidade do solo
Matéria orgânica do solo	Fertilidade, estrutura e estabilidade do solo.
<b>Físicos</b>	
Estrutura do solo	Retenção e transporte de água.
Infiltração e densidade do solo	Movimento de água e porosidade do solo.
Capacidade de retenção de umidade	Armazenamento e disponibilidade de água.
<b>Químicos</b>	
pH	Atividade biológica e disponibilidade nutrientes.
Condutividade elétrica	Crescimento vegetal e atividade microbiana.
Conteúdo de N, P, K	Disponibilidade de nutrientes para as plantas
<b>Biológicos</b>	
Biomassa microbiana	Atividade microbiana e reposição de nutrient
Mineralização de nutrientes N, P e S	Produtividade do solo e potencial suprimentos de nutrientes.
Respiração do solo	Atividade microbiana.
Atividade enzimática	Atividade microbiana e catalítica no solo.

Fonte: Adaptado, DORAN; PARKIN, 1994

Com o aumento das pesquisas na área microbiológica do solo, os atributos biológicos têm apresentado um bom desempenho como indicador de mudanças de qualidade do solo, visto sua alta sensibilidade em detectar mudanças, mesmo que mínimas, no manejo do solo (MENDES et al., 2012).

De acordo com Chaer e Tótola (2007), os indicadores microbiológicos podem ser de grande importância, na avaliação precoce de eventuais efeitos adversos do manejo sobre a qualidade do solo, o que permite a adoção antecipada de medidas corretivas ou de controle, além de permitir identificar o que ocorre com o sistema de manejo em curso, ou seja, se contribui para aumentar ou diminuir a sustentabilidade do sistema de produção.

Cunha et al. (2011) mencionam que esses atributos permitem medir condições de desequilíbrio ou equilíbrio de um determinado ambiente. Já Mendes et al. (2012) ressaltam a importância dos microrganismos do solo como principais reguladores na ciclagem dos nutrientes.

Dessa forma, a manutenção da qualidade dessas propriedades proporciona condições adequadas para o crescimento e desenvolvimento das plantas e para a manutenção da diversidade de organismos que habitam o solo (DORAN; PARKIN, 1994).

Portanto, o monitoramento das alterações ocorridas nos atributos de solo em agroecossistemas, condicionadas pelos diferentes sistemas e práticas de manejo, é essencial para definir e traçar estratégias com menores impactos ao meio ambiente. Sistemas de manejo que preconizam a mobilização do solo diminuem a matéria orgânica (BODDEY et al., 2010) e aumentam o risco de erosão, levando a mudanças nas suas características químicas, físicas e biológicas (CARDOSO et al., 2013).

## 2.2. Áreas de sistemas de uso de solo

### 2.2.1 Área de Preservação Permanente

A Lei Federal 12.651 de 2012, denominada de código florestal, nos art. 2º e 3º dispõe que uma Área de Preservação Permanente (APP) é a “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a

biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012).

Segundo Fiorillo (2004) a expressão preservação permanente não representa a forma mais técnica para designar tais áreas, uma vez que, caso permitida a sua utilização, ainda que para fins ecológicos, poderá estar interferindo na suposta intocabilidade pretendida para tais espaços. A proteção das Áreas de Preservação Permanente não tem por objetivo apenas tutelar a vegetação, mas sim outros recursos naturais, como o solo e a água (FIORILLO, 2004).

A legislação estabelece ainda, algumas APP's de acordo com a função que a vegetação existente ali exerce, quando declaradas por ato do poder público. Sendo assim, são consideradas APP's, as formas de vegetação destinadas a suavizar erosões, fixar dunas, formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias, auxiliar a defesa do território nacional quando definido pelas autoridades militares, proteger sítios de beleza singular ou que possuam valor científico ou histórico, abrigar exemplares da fauna ou flora que estejam ameaçados de extinção, manter o ambiente indispensável às populações silvícolas e, assegurar o bem-estar público. É colocado ainda que as florestas de Patrimônio Indígena são sujeitas a preservação permanente pela situação de ser indispensável a população silvícola (FRANÇA, 2011).

### 2.2.2 Pousio

O pousio é a técnica utilizada para preservar a terra que mantém uma área sem cultivo por certo período para restabelecer os nutrientes perdidos com o plantio anterior. É um período em que a terra “descansa” do cultivo, isto é, uma área é mantida sem lavoura alguma por um espaço de tempo (CIRNE; SOUZA 2013).

A prática de pousio é bastante antiga e consiste em manter uma área livre da utilização agrícola e da entrada de animais, o que caracteriza as chamadas áreas de exclusão de animais, com o objetivo de promover a regeneração natural das plantas e reduzir a degradação do solo (MEKURIA et al., 2011).

O pousio pode ser utilizado como forma de recuperação de pastagens degradadas, com a finalidade de recompor a área de reserva legal da

propriedade, ou na recuperação de áreas que não deveriam ter sido originalmente desmatadas (DIAS-FILHO, 2010).

Sabe-se que a exploração permanente da terra causa o seu desgaste por meio da diminuição dos nutrientes que a compõem e tem, por consequência, a redução de sua produtividade. Cada espécie vegetal cultivada explora um conjunto nutricional específico e deixa de utilizar uma gama de outros nutrientes. O processo natural de crescimento da planta exige a exploração nutricional. No entanto, esse procedimento de degradação da terra pode ser revertido por meio de técnicas que devolvem a vitalidade e os nutrientes da terra, tais como: a rotação de culturas, o pousio e o pousio melhorado (CIRNE; SOUZA, 2013).

Para Mafra (1988) é importante destacar a necessidade de melhor entendimento da ação que exercem as plantas nativas no período de pousio sobre as condições físicas do solo, e disponibilidade de nutrientes para as culturas, com reflexo também sobre as espécies cultivadas durante o período de cultivo.

### 2.2.3 Plantio Direto

O Sistema de Plantio Direto é considerado o mais importante sistema para a sustentabilidade do agroecossistema brasileiro (ALBUQUERQUE et al., 2017). O sistema de plantio direto (SPD) trouxe diversos benefícios para agricultura, principalmente na conservação dos recursos naturais, resultando na redução da perda de solo e água.

O SPD está fundamentado em três pilares básicos, sendo: o revolvimento mínimo do solo, a conservação de cobertura vegetal ou palhada na superfície do solo e a diversificação de espécies vegetais cultivadas em rotações (CASÃO JUNIOR et al. 2012).

Neste sentido, Almeida et al., (2018) define que o sistema de plantio direto (SPD) é um sistema de manejo do solo no qual a palha e os restos vegetais da cultura anterior são mantidos sobre a superfície, visando, além de outros benefícios, a redução da evaporação da água do solo. Nesse sistema não há remoção de solo sob a palhada do cultivo anterior, sendo observado a diminuição de riscos erosivos e a distribuição sistemática da compactação do solo.

Desde que começou a utilização desse sistema observou-se uma diminuição de danos ao solo e da emissão de gases poluentes no ambiente, além disso, esse sistema mantém a qualidade do solo para as próximas culturas que virão, combina qualquer bioma com a rotação de cultura que é usada para conservar, o que se denomina “saúde” do solo e, também a fertilidade, dando a chance de usar outras culturas numa mesma área (MOTTER; ALMEIDA, 2015).

O SPD favorece o acúmulo de MOS, e controla a ação dos microrganismos no processo de degradação, ao contrário do sistema convencional, em que a decomposição da matéria orgânica é mais acelerada em função do revolvimento do solo, o que promove maior fragmentação do material, e ao incorporá-lo ao solo, expõe e passa a ter maior contato, e dessa forma estimula a atividade microbiana a decompor esses compostos (LISBOA et al., 2012; SOUZA et al., 2016).

No plantio direto observa-se a manutenção da palhada em superfície, originando uma camada de material vegetal em diferentes estágios de decomposição, garantindo maior integridade das células microbianas e proporcionando, assim, um microclima favorável ao estabelecimento e desenvolvimento dos microrganismos (SILVA et al., 2012).

Acredita que, mantendo o solo sob o mesmo sistema de plantio e sucessões de culturas por muitos anos, existe uma adaptação da comunidade microbiana às condições existentes no local, possibilitando desempenho adequado de suas funções (ALVARENGA et al., 1999).

## 2.3 Culturas Instaladas

### 2.3.1 Algodão

O algodoeiro herbáceo da família Malvacea é originário do México e da América Central (CARVALHO et al., 2000). Faz parte do gênero *Gossypium*. Dentre as 52 espécies deste gênero, a de maior relevância econômica é o algodão herbáceo, *Gossypium hirsutum*, cultivado em aproximadamente 90% da área mundial da cultura (Beltrão et al., 2008).

A morfologia e a fisiologia do algodoeiro são extremamente complexas. A raiz principal é do tipo pivotante, situa-se principalmente nos primeiros 20 cm de profundidade no solo, podendo atingir até 2,5 metros de profundidade em condições ideais. O caule é cilíndrico e ereto. A planta apresenta metabolismo

C3 e hábito de crescimento indeterminado (BELTRÃO et al., 2008; CARVALHO, 2007). Apresenta quatro estágios de desenvolvimento: vegetativo, formação de botões florais, abertura da flor e abertura do capulho (MARUR; RUANO, 2002).

As variedades de algodoeiro anual são classificadas segundo Fuzatto (1999), em precoce (cerca de 130 dias), ciclo médio (140-160 dias) e tardio (acima de 170 dias). Para Doorenbos e Kassam (2000), o ciclo total dura em torno de 150 a 180 dias. Em se tratando de exigências nutricionais, o algodoeiro não é uma planta esgotante do solo, pois a quantidade de nutrientes retirada pela fibra e pelas sementes é relativamente pequena, quando comparada ao que é extraído por outras culturas de importância econômica.

Os pesquisadores e produtores de algodão vêm procurando utilizar esquemas de adubação que promovam o maior benefício com o menor custo. Embora não haja uma receita de adubação correta para todas as condições, é preciso considerar as análises de solo e folhas, histórico de manejo dos campos e o acompanhamento das lavouras de algodão (ANUÁRIO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 2001).

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) fornece a fibra vegetal mais utilizada na indústria têxtil mundial, sendo cultivado em cerca de 35 milhões de hectares distribuídos por 60 países. A indústria desta *commodity* movimenta cerca de US\$ 12 bilhões anuais e emprega mais de 350 milhões de pessoas na cadeia produtiva. Na safra 2016/2017, o Brasil apresentou área plantada de 912.000 hectares e produção de 1.421 milhões de toneladas de fibra, das quais 639 milhões de toneladas foram destinadas à exportação. Esses números garantem ao país o quinto lugar entre os maiores produtores mundiais da cultura (ABRAPA, 2018).

Depois de séculos sem uso, o algodão de fibra de cor voltou à tona, há cerca de 20 anos nos Estados Unidos da América, Peru e aqui no Brasil, independentemente e ao mesmo tempo, e hoje outros países, como Israel já tem algodões de fibra de cor (BELTRÃO, 2004).

### 2.3.2 Milho

O milho (*Zea mays L.*) é uma planta pertencente à família das Poáceas (antiga família das gramíneas) (PEIXOTO, 2014). Com origem nas Américas, há mais de 8000 anos é cultivada em muitas partes do Mundo (Estados Unidos da

América, República Popular da China, Índia, Brasil, França, Indonésia, África do Sul, dentre outros) (BARROS; CALADO, 2014).

Apresenta altura média entre 1,70 e 2,50 m no florescimento e pode ser cultivado desde o nível do mar até 3.600 m de altitude e onde a temperatura apresente entre uma média noturna acima de 12,8 °C e média diurna superior a 19 °C. Em relação às necessidades hídricas, são necessários 500 a 800 mm de lâmina d'água, bem distribuídos, desde a semeadura até o ponto de maturação fisiológica dos grãos (AGRAER, 2014).

O Brasil encontra consolidado como 3º maior produtor de milho no mundo e 2º maior exportador, com um consumo interno do cereal elevado, uma vez que é um dos principais produtores mundiais de proteína animal. Ao longo dos últimos cinco anos, a dinâmica da cadeia produtiva do milho mudou significativamente no país, visto que o grão deixou de ser apenas um produto destinado à alimentação animal, mas também uma *commodity* exportável, além de se firmar, nestes dois últimos anos, como uma matriz energética na produção de etanol (CONAB, 2019).

Essa importante cultura é essencial para o avanço quantitativo e qualitativo do consumo de alimentos no Brasil e no mundo, que ocorre por meio da interação entre os diversos elos da cadeia produtiva. Nestes elos, encontram-se os produtores rurais, empreendedores e uma competitiva e moderna agroindústria. Desta forma, cabe ressaltar que a cultura do milho é de fundamental importância para o setor agropecuário, sendo um dos principais insumos do complexo agroindustrial devido às suas diferentes aplicações, assumindo importante papel socioeconômico. (BARROS; ALVES, 2015).

### 2.3.3 Sorgo

O sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench é uma gramínea, apresenta metabolismo C4, de origem Africana. O sorgo é fonte de carboidratos, proteínas, micronutrientes, fitoquímicos com propriedades nutracêuticas, gorduras, carboidratos e fibra alimentar, sendo bastante utilizado na alimentação animal. Fisiologicamente, o sorgo é tolerante à seca e demanda pouca quantidade de água, quando comparado com outras culturas, como o milho, tornando-se, portanto, uma cultura de grande importância em regiões áridas e semiáridas (ALBUQUERQUE et al., 2011).

Agronomicamente os sorgos são classificados em quatro grupos: granífero; forrageiro para silagem e/ou sacarino; forrageiro para pastejo/corte; vassoura. A diferença está na proporção de colmo, folhas e panículas, que reflete na produção de matéria seca por hectare, na composição bromatológica e no valor nutritivo (EMBRAPA, 2012).

Segundo Moreira et al (2014), o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é fonte de carboidratos, proteínas, micronutrientes, fitoquímicos com propriedades nutracêuticas, gorduras, carboidratos e fibra alimentar, sendo, por isso, frequentemente utilizado na alimentação animal e humana. Em razão das qualidades nutricionais semelhantes ao milho, pode ser considerada uma estratégia, para manutenção de alimentação animal e humana, em regiões com maior carência na produção de milho.

A estabilidade climática, em regiões com menores índices pluviométricos, limita o cultivo da maioria dos cereais. Pelo sistema radicular profundo, o sorgo possui a capacidade de crescer e se desenvolver, em situações de deficiência hídrica, o que torna essa cultura alternativa produtiva em regiões semiáridas (MARTINOI et al., 2012; JESUS et al., 2016).

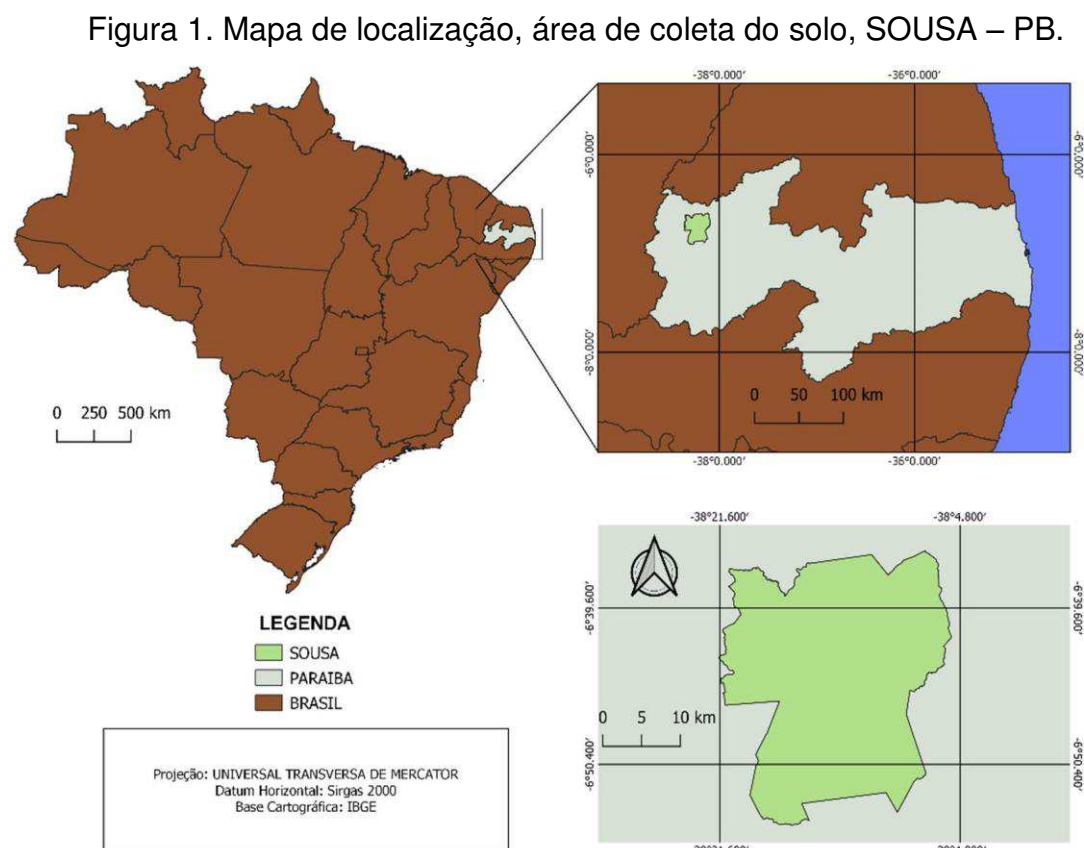
Entre as opções de cultivo, o sorgo tem-se destacado pelas produtividades de grãos (ALBUQUERQUE et al., 2011). O sorgo requer menos água para desenvolver quando comparado com outros cereais, sendo que o período mais crítico a falta de água é o florescimento. Para um quilo de matéria seca produzida, o sorgo requer cerca de 330 quilos de água, enquanto o milho requer aproximadamente 370 quilos. (MAGALHÃES et al., 2012).



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da Área Experimental

O trabalho foi conduzido na Fazenda Savana, do Grupo Santana Sementes, localizado no Município de Sousa – PB e no Laboratório de Fitopatologia, pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no município de POMBAL – PB, durante os meses de fevereiro a abril de 2021.



Fonte: IBGE, 2000.

#### 3.2 Delineamento Experimental e Caracterização das Áreas de Coleta do Solo

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados, em um esquema fatorial 9X3, sendo nove sistemas de uso do solo na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, no Perímetro Irrigado das Várzeas de

Sousa - PB; avaliados em três grupos de microrganismos (bactérias, fungos e actinomicetos).

Sendo, Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2), Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2) (Tabela 2), que foram utilizadas como a áreas de referências, onde foram coletadas amostras com três repetições, na profundidade de 0 a 20 cm.

**Tabela 2:** Características das áreas com os sistemas de uso.

<b>Sistemas de uso</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Histórico de uso</b>
Algodão em Sequeiro	ASM1 e ASM2	Plantio direto, área de 20 hectares, com manejo da fertilidade, controle de plantas daninhas por meio de roço manual e mecânico, controle de pragas e doenças com usos de defensivos químicos. A área contém duas manchas de solos.
Algodão irrigado	AI	Plantio direto, área de 20 hectares, uso do pivô central, com manejo da fertilidade, controle de plantas daninhas por meio de roço manual e mecânico, controle de pragas e doenças com usos de defensivos químicos.
Sorgo em Sequeiro	SS	Plantio direto, área de 25 hectares, com manejo da fertilidade, controle de plantas daninhas por meio de roço manual e mecânico, controle de pragas e doenças com usos de defensivos químicos.
Pousio	P	Área de Pousio, com 8 anos que não é utilizada, antes se tinha o plantio convencional de algodão.
Rotação de cultura Algodão/Milho	RAMM1 e RAMM2	Plantio direto, área de 75 hectares, com manejo da fertilidade, controle de plantas daninhas por meio de roço manual e mecânico, controle de pragas e doenças com usos de defensivos químicos. Atualmente a cultura instalada é o algodão. A área contém duas manchas de solos.
Área de Preservação Permanente	APPM1 e APPM2 Referências 1 e 2	Área de preservação dos irrigantes do Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa – PB, contando com 1425 hectares. O solo foi coletado na área mais próxima da fazenda, ficando a 4 km. A área contém duas manchas de solos.

Na amostragem de solo, em cada sistema, foi realizado de forma aleatória onde foram coletadas cinco amostras simples de solo para obtenção de uma amostra composta, e cada composta foi dividida em três repetições, esse procedimento para todas as áreas, que no final totalizaram 27 amostras.

Após coletadas, as amostras foram colocadas em sacos plásticos devidamente identificados ainda em campo, colocadas em caixa de isopor, e depois levadas para serem armazenadas no refrigerador do Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG). Para que em seguida fossem realizadas as avaliações necessárias no próprio Laboratório de Fitopatologia, da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Pombal-PB.

### 3.3 Avaliação da densidade de microrganismos do solo

Os atributos biológicos avaliados foram a análise da densidade total de actinomicetos, bactérias e fungos, conforme a metodologia de HUNGRIA; ARAÚJO (1994).

Para tal, as amostras de solo foram deixadas em temperatura ambiente por cerca de oito horas, para reestabelecimento da atividade microbiológica. Dez gramas das amostras foram diluídas separadamente em erlenmeyers com solução salina a 8,5% estéril, sendo posteriormente submetidas à agitação em agitador mecânico a 120 rpm por trinta minutos.

As amostras agitadas foram diluídas em tubos de ensaio com solução salina estéril a 8,5% do  $10^{-1}$  a  $10^{-6}$  para fungos, bactérias e actinomicetos, sendo uma alíquota de 0,1 ml foram plaqueadas as três últimas diluições nos meios nutritivos esterilizados, utilizando três repetições analíticas.

Os meios de cultura utilizados foram batata dextrose ágar (BDA), ágar nutriente (NA) e batata dextrose ágar acrescido com amido (BDA + amido), para fungos, bactérias e actinomicetos, respectivamente. As placas com os meios inoculados foram mantidas em temperatura de 28°C e avaliadas aos três dias para bactérias e aos quatro dias para fungos e actinomicetos.

As densidades dos microrganismos foram avaliadas por meio da técnica da contagem das unidades formadoras de colônia (UFC), multiplicadas pelo fator de diluição e aplicado logaritmo.

### 3.4 Análise Estatística

Os dados obtidos nos diferentes tratamentos foram submetidos a uma análise exploratória, com o intuito de verificar se atendem aos pressupostos da análise de variância.

Em seguida os dados foram transformados (raiz quadrada) e submetidos à análise da variância aplicando-se o teste F, 1 a 5 % de probabilidade, havendo efeito significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 1 e 5% de probabilidade. A estatística foi realizada com o auxílio do sistema de análise estatística SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

Realizou análise multivariada de um agrupamento utilizando a similaridade e dissimilaridade, avaliação simultânea das relações entre as variáveis entre o grupo formado pelas densidades dos microrganismos realizadas empregando o sistema de análise estatística PAST (HAMMER et al., 2001).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo para os sistemas de uso (5%,  $p < 0,05$ ), para os microrganismos ( $p < 0,01$ ) e para a interação (5%,  $p < 0,05$ ), pelo teste F, como informado pelo resumo da análise de variância apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3:** Resumos das análises de variância das fontes de variação áreas sob diferentes sistemas de uso e ocorrência de microrganismos para a variável de densidade obtida por Log UFC de microrganismos (bactérias, fungos e actinomicetos).

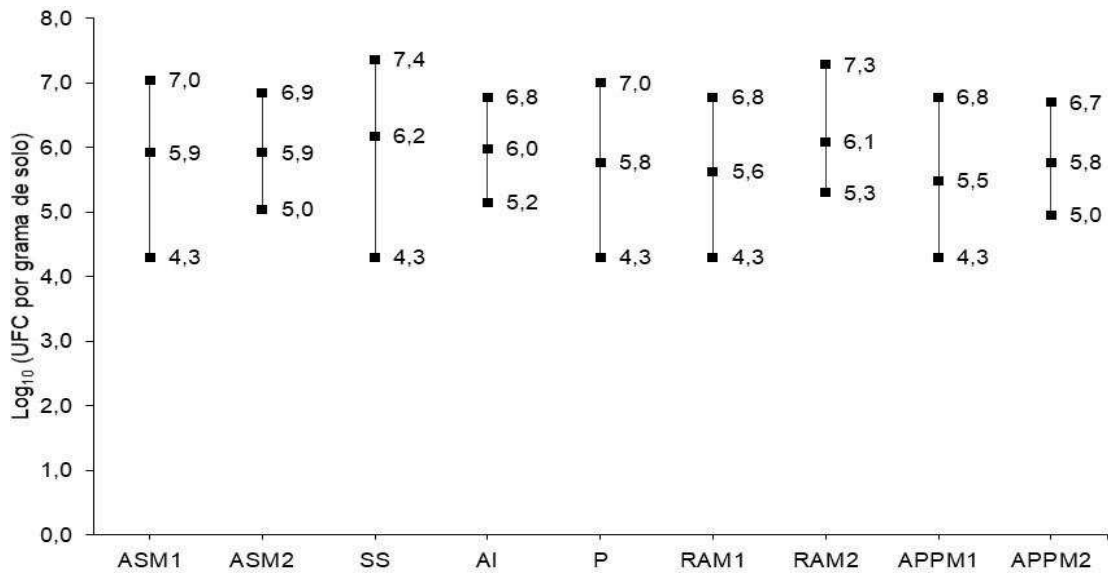
r v	GL	Log UFC
		Quadrados médios
Áreas	8	0.137628*
Microrganismos	2	2.132226**
Áreas*Microrganismos	16	0.096901*
Erro	54	0.038273
CV (%)	-	3,52

ns, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a ( $p < 0,01$ ) e ( $p < 0,05$ ).

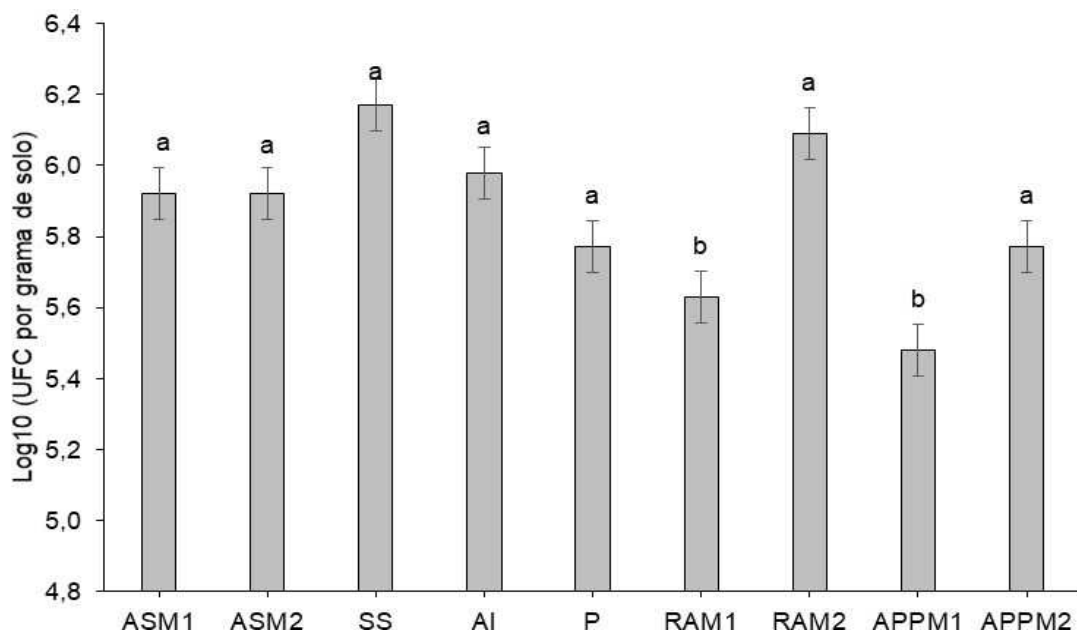
Em todas as amostras das áreas dos nove sistemas de uso do solo na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, foram detectadas a presença de bactérias, fungos e actinomicetos. E em todos os sistemas de uso das nove áreas estudados a densidade de bactérias foram maiores.

Os valores de Log de UFC encontrados para bactérias no meio nutriente ágar variaram de 4,3 a 7,4 células por grama de solo. O maior valor ocorreu no sistema com Sorgo em Sequeiro (SS) (Figura 2).

Na comparação média da densidade de bactérias, (Figura 3), os menores valores foram obtidos para Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1 (RAMM1) e Área de Preservação Permanente Mancha 1 (APPM1) (Referência 1).

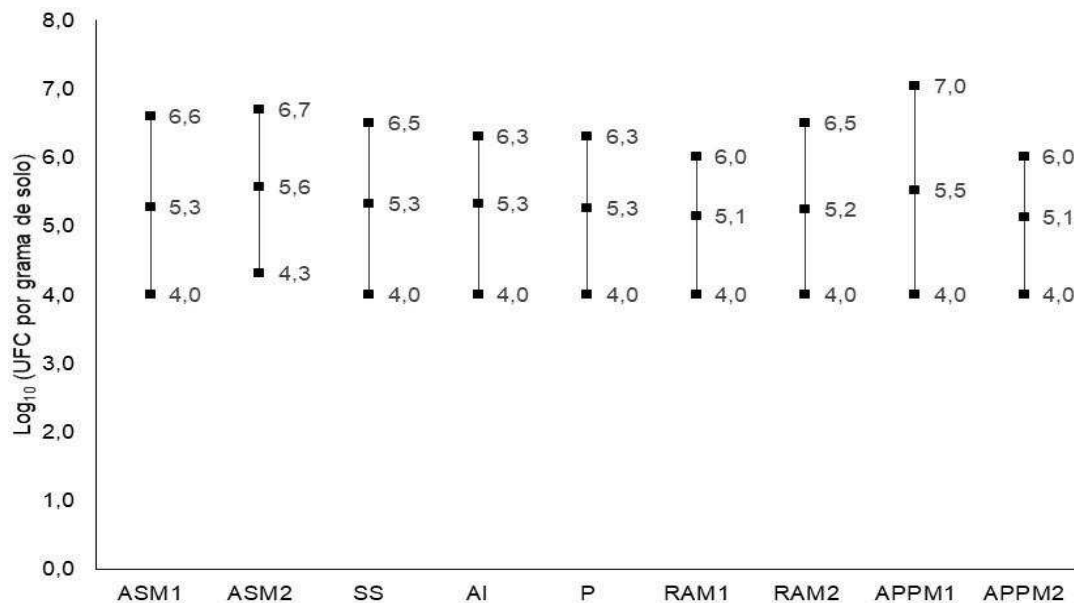


**Figura 2.** Logaritmo das Unidades Formadoras de colônia (UFC) de células de bactérias, das áreas Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2), Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2) na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, Sousa, PB.



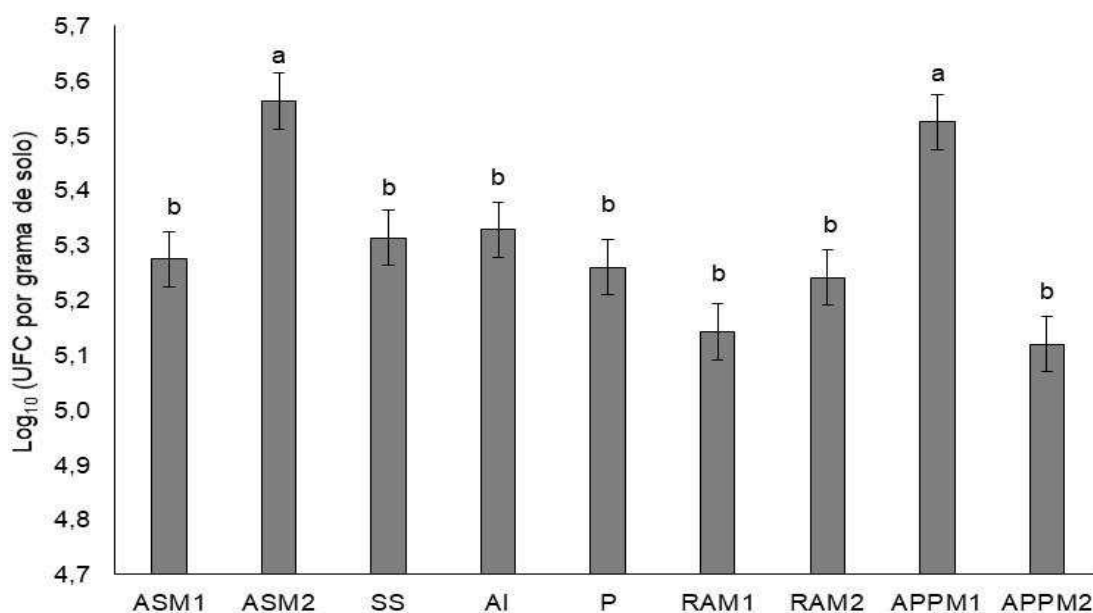
**Figura 3.** Logaritmo médio das Unidades Formadoras de colônia (UFC) de células de bactérias, das áreas Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2), Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2) na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, Sousa, PB.

Os valores de Log de UFC encontrados para fungos no meio BDA variaram de 4,0 a 7,0 células por grama de solo. Os maiores valores ocorreram na Área de Preservação Permanente Mancha 1 (APPM1) (Referência 1) (Figura 4).



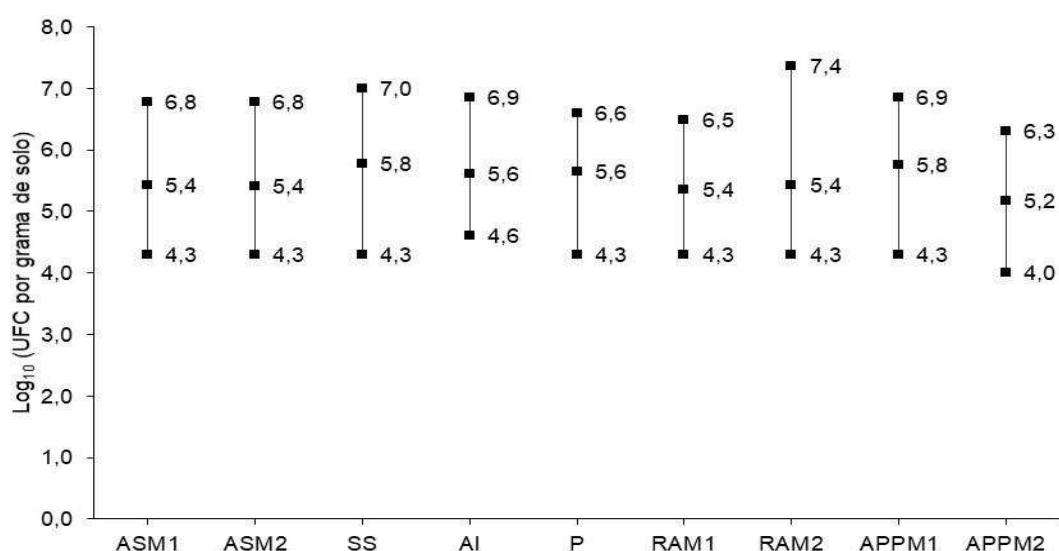
**Figura 4.** Logaritmo das Unidades Formadoras de colônia (UFC) de células de fungos, das áreas Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2 (ASM2), Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1 (RAMM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2), Área de Preservação Permanente Mancha 1 (APPM1) (Referência 1), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2) na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, Sousa, PB.

Na comparação média da densidade de fungos, (Figura 5), os maiores valores foram obtidos para Algodão em Sequeiro Mancha 2 (ASM2) e Área de Preservação Permanente Mancha 1 (APPM1) (Referência 1).



**Figura 5.** Logaritmo das médias Unidades Formadoras de colônia (UFC) de células de fungos, das áreas Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2), Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2) na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, Sousa, PB.

Já os valores de Log de UFC encontrados para actinomicetos no meio BDA acrescido com amido variaram de 4,0 a 7,4 células por grama de solo. O maior valor no sistema de Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2) (Figura 6).

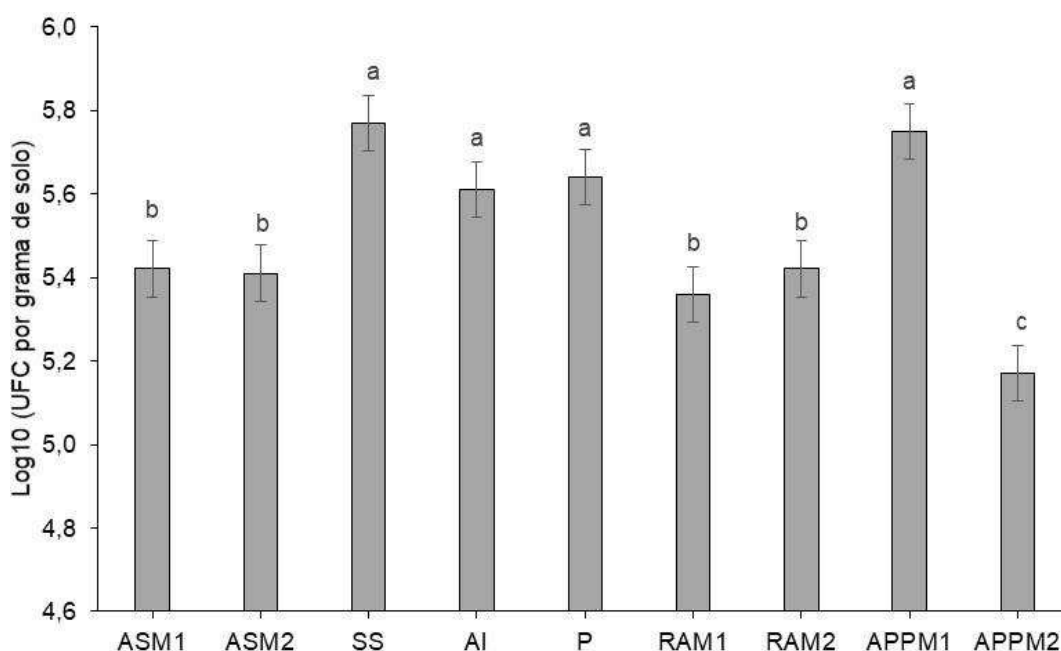


**Figura 6.** Logaritmo das Unidades Formadoras de colônia (UFC) de células de actinomicetos, das áreas Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2), Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P),



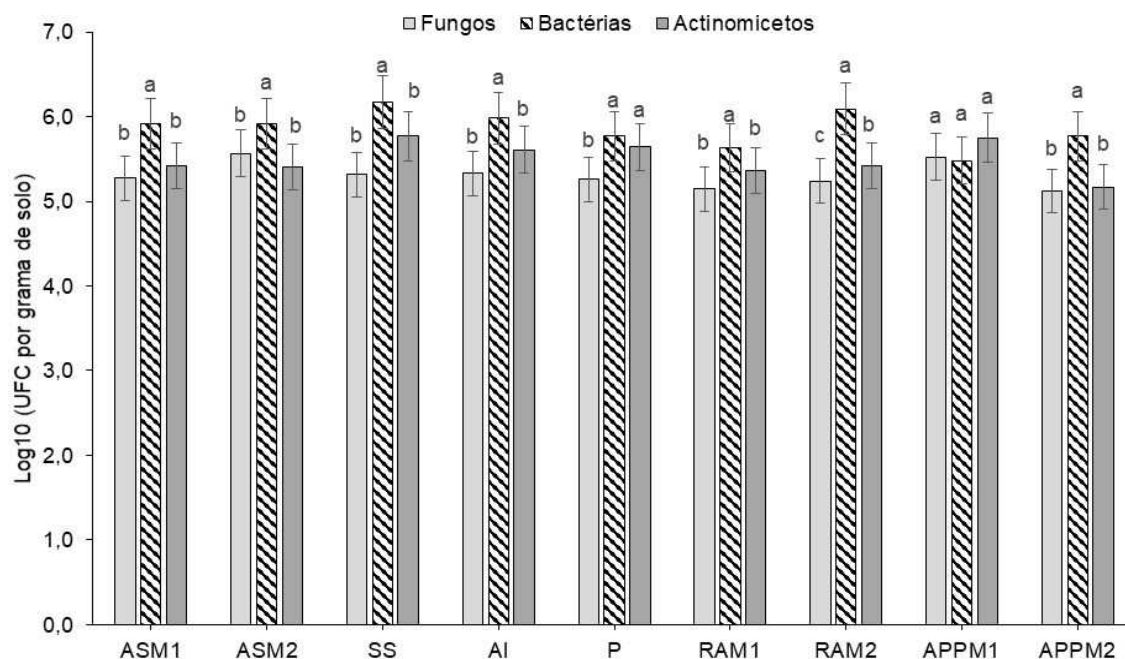
Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2) na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, Sousa, PB.

Na comparação média da densidade de actinomicetos, (Figura 7), os maiores valores foram encontrados Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1). Em seguida de Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2 (ASM2), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAM1) e Mancha 2 (RAM2), e sendo que o menor valor médio obtido foi para a Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2).



**Figura 7.** Logaritmo das médias das Unidades Formadoras de colônia (UFC) de células de actinomicetos, das áreas Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1) (Área 1), Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2) (Área 2), Algodão irrigado (AI) (Área 3), Sorgo em Sequeiro (SS) (Área 4), Pousio (P) (Área 5), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1) (Área 6), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2) (Área 7), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1) (Área 8), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2) (Área 9). na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, Sousa, PB.

Os resultados médios das densidades, ou seja, Log de UFC por grama de solo de crescimento dos microrganismos, nas áreas estudadas estão apresentados na figura 8.



**Figura 8.** Logaritmo das Médias da Unidades Formadoras de colônia (UFC) de células de fungos, bactérias e actinomicetos, das áreas Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2), Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2) na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, Sousa, PB.

Observando a figura 8, nota-se que houve diferença entre as áreas cultivadas, os tipos de manejo irrigado e sequeiro, em comparação as áreas referências para as densidades de bactérias, fungos e actinomicetos, exceto na Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1) que não houve diferença.

No trabalho de Souto et al. (2008) também não houve diferença, quanto à distribuição da população de fungos e bactérias no solo, nas profundidades de 0–5 e 5–10 cm, para áreas estudadas, principalmente preservadas.

Geralmente, as bactérias são mais sensíveis às alterações ambientais, enquanto os fungos por possuírem estruturas de resistências se sobressaem em condições adversas, e os actinomicetos possuem comportamento intermediário (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Diagnosticando os níveis de degradação ambiental com base nos atributos microbiológicos, no sertão da Paraíba, Oliveira et al., (2013), observaram também que em todas as amostras das áreas coletadas

(desmatada, desmatada e queimada, e área mata nativa) nas épocas chuvosa e seca, foram detectadas presenças de bactérias, fungos, actinomicetos e solubilizadores de fosfato, sendo a densidade destes influenciadas pela ação antrópica e pela sazonalidade.

Densidades semelhantes foram encontradas em trabalho realizado por Pereira et al. (1999), verificando o efeito do cultivo da soja na dinâmica da população bacteriana em dois solos de Cerrado do Estado de São Paulo, originalmente cobertos com *Paspalum notatum* (em Barretos) e *Brachiaria decumbens* (em São Carlos).

Os autores observaram nesses solos, que a densidade da população de bactérias em geral variou de 5,60 a 5,67 e de 5,08 a 5,04 Log<sub>10</sub> NMP de células grama de solo seco, respectivamente. Os resultados observados evidenciam que o cultivo da soja influenciou de forma diferenciada a população desses solos.

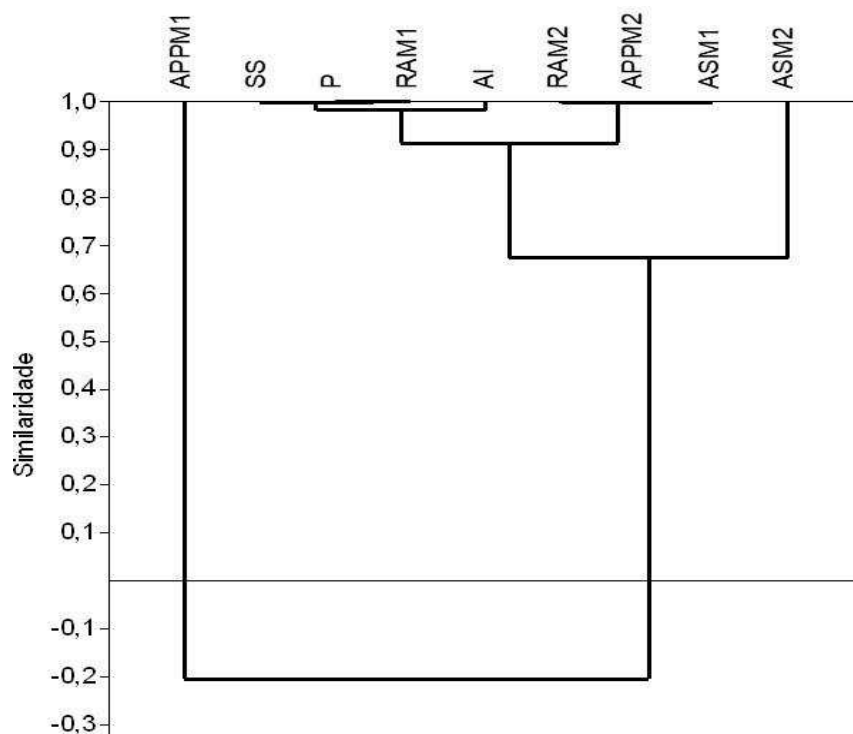
Oliveira et al. (2013), no sertão da Paraíba encontraram valores de densidade de bactérias variando de 4,06 a 5,28 Log<sub>10</sub> NMP de células grama de solo, sendo que as maiores densidades ocorreram nos solos com alterações antrópicas e os menores em área preservada, o mesmo verificado por Souto et al. (2008).

Para as densidades de fungos, Oliveira et al. (2013) encontraram valores variando de 2,53 a 4,98 Log<sub>10</sub> NMP de células grama de solo, sendo o menor valor para a área de Caatinga e maiores foram na área desmatada e queimada, mas com três anos de regeneração e sob influência de esterco de gado devido ao pastejo.

Em estudos semelhantes de Lima, et al. (2015), e complementado por Sousa (2018), avaliaram a densidade dos microrganismos bactérias, fungos, actinomicetos, solubilizadores de fosfato, nas profundidades de 0-15 cm e de 15-30 cm, em sistema com coqueiro com bananeira, sistema cultivado apenas com coqueiro, pousio e área de reserva legal (RL), também nas Várzeas de Sousa-PB, os autores afirmaram que não houve diferenças entre as profundidades em todos os sistemas, e entre os sistemas de uso avaliados houve maior incidência de bactérias e actinomicetos, e os maiores valores foram obtidos para os sistemas apenas coqueiro e pousio, enquanto que na de reserva legal obtiveram os menores valores.

Abrantes (2020), que estudou microrganismos indicadores da qualidade do solo sob sistemas de uso, sendo solos cultivado com frutíferas, olerícolas, grandes culturas, produção de pastagem, pousio e reserva legal (RL), caracterizada como Área de Proteção Permanente, sob diferentes tipos de solo, também na Paraíba, encontrou valores semelhantes de densidade de microrganismos, e houve ocorrência maior incidência de bactérias, seguidos pelos fungos e em menores valores actinomicetos; afirmou que o comportamento dos atributos do solo (microrganismos, químicos e físicos) podem ser afetados, sendo áreas com sistemas de uso diferente, manejo diferente e principalmente classes de solos apresentam comportamentos distintos.

Na análise multivariada de agrupamento, o dendrograma gerado utilizando a similaridade estimada das áreas estudadas foi constituído pela análise dos atributos biológicos, densidade de bactérias, fungos e actinomicetos (figura 9).



**Figura 9.** Dendrograma de similaridade/dissimilaridade dos atributos biológicos indicadores da qualidade de solo, das áreas Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2), Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2), Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1) (Referência 1), Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2) (Referência 2) na fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, Sousa, PB.

Houve similaridade agrupando em dois grupos, sendo um grupo formado por Algodão irrigado (AI), Sorgo em Sequeiro (SS), Pousio (P), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 1(RAMM1); e outro grupo com maior similaridade ocorreu entre as Algodão em Sequeiro Mancha 1 (ASM1), Rotação de cultura Algodão/Milho Mancha 2 (RAMM2) e Área de Preservação Permanente Mancha 2 (APPM2), sendo que a área de Algodão em Sequeiro Mancha 2(ASM2) apresenta em torno de 70% de similaridade com os grupos formados; permanecendo sem agrupar a Área de Preservação Permanente Mancha 1(APPM1), que pode ser um indicativo de alteração da densidade dos microrganismos, principalmente de bactérias, devido ao manejo adotado.

Em ambientes com características como um alto nível de matéria orgânica e alta umidade, observa uma maior presença de bactérias, enquanto em ambientes com algumas condições adversas como baixas quantidades de resíduos orgânicos e baixa umidade, pode ser observado uma maior quantidade de fungos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

## 5 CONCLUSÃO

Houve ocorrência de bactérias, fungos e actinomicetos em todas as áreas dos sistemas de uso da Fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, no Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa – PB.

A densidade dos microrganismos, indicadores de qualidade do solo em todas as áreas dos sistemas de uso da Fazenda Savana – Grupo Santana Sementes, no Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa – PB foram alterados pelo manejo adotado.

A densidade de bactérias, indicador de qualidade de solo, em todos os sistemas de uso das nove áreas estudados foram maiores.

As densidades de bactérias, fungos e actinomicetos, indicadores de qualidade de solo, foram utilizados para agrupar os sistemas de uso permanecendo a Área de Preservação Permanente Mancha 1 (APPM1) separada dos demais manejos.

## 6 REFERÊNCIAS

ABRANTES, J. V. Microrganismos Indicadores da Qualidade do Solo Sob Sistemas de Uso na Fazenda Experimental em São Domingos-Pb. 46 f. **Dissertação** (Mestrado Acadêmico em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, 2020.

ABRAPA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO. Algodão no mundo. Disponível em: <<https://www.abrapa.com.br/Páginas/dados/algodao-no-mundo.aspx>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

AGRAER. MANUAL DE RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS: CULTURA DO MILHO, v.1, 11 p. 2014.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; PINHO, R. G.V; RODRIGUES, J. A. S.; BRANT, R. S.; MENDES, M. C. Espaçamento e densidade de semeadura para cultivares de sorgo granífero no semiárido. *Bragantia*, v. 70, n. 2, 2011.

ALBUQUERQUE, J.A.A., SANTOS, T.S., CASTRO, T.S., MELO, V.F., & ROCHA, P.R.R. Ocorrência de Plantas Infestantes após Colheita da Soja em Sistemas Rotacionado em Plantios Direto e Convencional no Cerrado de Roraima. *Planta daninha*, Viçosa, v. 35, e017162796, 2017.

ALMEIDA, M. C.; TRINDADE, A.V.; MAIA, I. C. S. & MARQUES, M. C. 2008. Influências dos diferentes sistemas de manejo no comportamento da microbiota do solo em áreas sob cultivo de mamão na região de Cruz das Almas, BA. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 8: 67- 75.

ALMEIDA, V., JÚNIOR, J. A., MESQUITA, M., EVANGELISTA, A. W. P., CASAROLI, D., BATTISTI, R. Comparação da viabilidade econômica da agricultura irrigada por pivô central em sistemas de plantios convencional e direto com soja, milho e tomate industrial. *Global Science And Technology*, v. 11, n. 2, 2018.

ALVARENGA, M. I. N.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C. Teor de carbono, biomassa microbiana, agregação e micorriza em solos de Cerrado com diferentes usos. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 23, n. 3, p. 617-625, 1999.

ANDREWS, S. A.; KARLEN, D. L.; CAMBARDELLA, C. A. The soil management assessment framework: a quantitative soil quality evaluation method. **Soil Science Society American Journal**, [s.l.], v. 68, n. 6, p.1945-1962, 2004.

ANUÁRIO BRASILEIRO DO ALGODÃO. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2001. 143p.

ARAGÃO, D. V. de et al. Avaliação de indicadores de qualidade do solo sob alternativas de recuperação do solo no Nordeste Paraense. **Acta amazônica**, v. 42, n. 1, p. 11-18, 2012.

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, 2007.

ARAÚJO, E. A. et al. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 5, n. 1, p. 187-206, 2012.

ARSHAD, M. A.; MARTIN, S. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, [s.l.], v. 88, n. 2, p.153-160, 2002.

BARROS, G. S. A. C.; ALVES, L. R. A. USP-ESALQ. Visão agrícola. Nº13, Piracicaba –SP. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/Esalq-VA13-Milho.pdf>> Acesso em: 20 abr. 2021.

BARROS, J. F. C.; CALADO, José G. **A Cultura do Milho**. Évora: [s.n.], 2014. 52 p.

BELTRÃO, N. E. M. O agronegócio de algodão no Brasil. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Brasília, p. 63-185, 2008.

BELTRÃO, NE de M.; DE CARVALHO, L. P. Algodão colorido no Brasil, e em particular no Nordeste e no Estado da Paraíba. **Embrapa Algodão-Documentos (INFOTECA-E)**, 2004.

BODDEY RM, JANTALIA CP, CONCEIÇÃO PC, ZANATTA JA, BAYER C, MIELNICZUK J, DIECKOW J, DOS SANTOS HP, DENARDIN JE, AI TA C, GIACOMINI SJ, ALVES BJR, URQUIAGA S. Carbon accumulation at depth in Ferralsols under zero-till subtropical agriculture. *Global Change Biol.* 2010; 16:784-95.

BRASIL. LEI Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: Acesso em 23 abr. 2021.

CARDOSO EJBN, VASCONCELLOS RLF, BINI D, MIYAUCHI MYH, SANTOS CA, ALVES PRL, PAULA AM, NAKATANI AS, PEREIRA JM, NOGUEIRA MA. Soil health: Looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health? *Sci Agric.* 2013; 70:274-89.

CARVALHO, J. D. V. Cultivo do algodão. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília. 2007.

CARVALHO, L. P.; COSTA, J. N.; FREIRE, E. C.; FARIAS, F. J. C. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de algodoeiro originários de materiais silvestres. *Revista Ceres, Viçosa*, v. 47, n. 271, p. 303-310, 2000.

CASÃO JUNIOR, R.; ARAÚJO, A. G.; LLANILLO, R. F. Plantio direto no Sul do Brasil: Fatores que facilitaram a evolução do sistema e o desenvolvimento da mecanização conservacionista. Londrina: IAPAR, 2012. 77 p. ISBN 978-85-88184-40-4.



CHAER, G.M.; TÓTOLA, M.R. Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma plantios eucalipto sobre indicadores qualidade solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1381-1396, 2007.

CIRNE, M. B. SOUZA, A. G. S. M. POUSIO: o que é e quais são os seus possíveis reflexos nas questões ambientais. Brasília - DF: CEAD/UnB, 2013. (Pós-graduação lato sensu em Direito Público). Disponível em: <<https://egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/pousio.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2021.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileiro – grãos: Milho. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2019.

CORRÊA, A. L.; ABOUD, A. C. S.; GUERRA, J. G. M.; AGUIAR, L. A. & RIBEIRO, R. L. D. 2014. Adubação verde com crotalária consorciada ao minimilho antecedendo a couve-folha sob manejo orgânico. *Revista Ceres* 61: 956-963.

CUNHA, E.Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A.; LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, p. 603-611, 2011.

DIAS-FILHO, M. B. Produção de bovinos a pasto na fronteira agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 20., 2010, Palmas. Anais... Palmas, 2010.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas: Algodão. Campina Grande: UFPB, 1994. p. 135-141 (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

DORAN, John W.; PARKIN, Timothy B. Defining and assessing soil quality. **Defining soil quality for a sustainable environment**, v. 35, p. 1-21, 1994.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistemas de Produção, 2. Versão Eletrônica - 8ª edição/2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agrossilvipastoril/sitio-tecnologico/trilha-tecnologica/tecnologias/culturas/sorgo>. Acesso em: 17 abr. 2021.

Ferreira, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, L. E.; SOUZA, E. P. & CHAVES, A. F. 2012. Adubação verde e seu efeito sobre os atributos do solo. *Revista Verde* 7: 33-38.

FIORILLO, C. A. P. Curso de Direito Ambiental Brasileiro. 5. ed. ampl. São Paulo: Saraiva, 2004.

FRANÇA, C. N. Mapeamento de app -área de preservação permanente e reserva legal de parte da bacia hidrográfica do ribeirão cafezal: comparativo entre o

código florestal de 1965 e o projeto de lei 1.876/99. 2011. 38 p. Monografia (Curso de Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2011.

FREITAS, L. de. Influência de fragmentos florestais nativos sobre os parâmetros químicos, físicos e microbiológicos de solos cultivados com cana-de-açúcar. 2011.

FUZATTO, M.G. Melhoramento genético do algodoeiro. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. Cultura do algodoeiro. Piracicaba: POTAFOS, 1999. p.15- 34.

HAMMER, Øyvind et al. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia electronica**, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

HUNGRIA, Marianagela; ARAUJO, Ricardo S. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília, DF: Embrapa-Serviço de Produção e Informação, 1994.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, MONITORAMENTO DA COBERTURA E USO DA TERRA DO BRASIL 2016 – 2018. Rio de Janeiro. IBGE. 26 p, v. 2. 2020.

JENKINSON, D. S.; LADD, J. N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. **Soil biochemistry**, v. 5, n. 1, p. 415-471, 1981.

JESUS SILVA, K. M., ASPIAZÚ, I., PORTUGAL, A. F., DE OLIVEIRA, R. M., DE OLIVEIRA, P. M., DOS SANTOS, S. R., & MOREIRA, J. A. A. Determination of soilwatertension for irrigation management of sweet sorghum. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 37, n. 3, p. 1189-1200, 2016. DOI: 10.5433/1679-0359.2016v37n3p1189. DOI: 10.5433 / 1679-0359.2016v37n3p1189.

KARLEN, D. L.; MAUSBACH, M. J.; DORAN, J. W.; CLINE, R. G.; HARRIS, R. F.; SCHUMAN, G. E. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial). *Soil Science Society of America Journal*, v.61, n.1, p.4-10. 1997.

KARLEN, D.L. & STOTT, D.E. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BZEDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison, **Soil Science Society of America**, p.53-72, 1994. (Special Publication 35).

LIMA, A. S.; FORTUNATO, T. C. S.; OLIVEIRA, K. R. M.; ARAÚJO, F. N.; ROQUE, I. A.; SOUSA, D. G. A. Densidade de microrganismos sob diferentes sistemas de uso do solo Várzeas de Sousa – PB. In: XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2015, Natal, **Anais...** Natal: XXXV CBCS, 2015.

LISBOA, B. B. et al. Indicadores Microbianos de Qualidade do Solo em Diferentes Sistemas de Manejo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Viçosa, v. 36, p. n. 1, 45-55, 2012.

MAFRA, R. C. Ciências Agrárias nos trópicos brasileiros: agricultura tropical, agroecossistemas tropicais. Brasília: MEC, 1988. 87p.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. Ecofisiologia da produção do sorgo. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). Cultivo do sorgo. 8. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012

MARTINOI, H. S. D., TOMAZ, P. A., MORAES, É. A., CONCEIÇÃOI, L. L. D., OLIVEIRA, D. D. S., QUEIROZ, V. A. V., & RIBEIRO, S. M. R. Chemical characterization and size distribution of sorghum genotypes for human consumption. Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.), São Paulo, v. 71, n. 2, 2012.

MARTINS, J. C.; FERNANDES, R. Processos de degradação do solo-medidas de prevenção. **Dossier Técnico Vida Rural**, 2017.

MARUR, C.J.; RUANO, O. Escala do algodão. Revista Cultivar, v.4, n.38, p 16-17,2002.

MEKURIA, W. et al. Restoration of ecosystem carbon stocks following exclosure establishment in communal grazing lands in Tigray, Ethiopia. Soil Science Society of America Journal, v.75, p. 246-256, 2011.

MELO, V.F.; SILVA, D.T.; EVALD, A.; ROCHA, P.R.R. 2017. Chemical and biological quality of the soil in different systems of use in the savanna environment. Revista Agro@mbiente on-line, 11(2): 101-110.

MENDES, I. C.; FERNANDES, M. F.; CHAER, G. M.; REIS JUNIOR, F.B. dos. Biological functioning of Brazilian Cerrado soils under different vegetation types. Plant and Soil, v. 359, p. 183–195, 2012.

MOREIRA, F. M.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2 ed. Lavras: Ed. UFLA, 2006. 626 p.

MOREIRA, F. R. D. C., COSTA, A. N., MARTINS, T. D. D., SILVA, J. H. V. D., MEDEIROS, H. R. D., & CRUZ, G. R. B. D. Substituição parcial do milho por sorgo granífero na alimentação de suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, 15(1), (2014).

MOTTER, P.; ALMEIDA, H. G. de. Plantio Direto: A tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira. Foz do Iguaçu: Parque Itaipu. 73 p. v.2. 2015.

OLIVEIRA, K. R. M.; FURTUNATO, T. C. S.; LIMA, A. S.; Ocorrência e densidade de microrganismos em solos de áreas degradadas no semiárido da Paraíba. **Anais...** I Reunião Nordestina de Ciência do solo. 2013. CCA/UFPB Areia/PB.

PEIXOTO, C.M. O milho no Brasil, sua importância e evolução. 2014. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/media-center/artigos/165/o-milho-no-brasil-sua-importancia-e-evolucao/>>. Acesso em: 02 de mar. 2021.

PEREIRA, J.C.; NEVES, M.C.P.; DROZDOWICZ, A. Influência da antibiose exercida por actinomicetos às estirpes de Bradyrhizobium spp. na nodulação da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 34[1]: 99-108, 1999.

PERÉZ, D. V.; BRENFIN, L. M. M.; POLIDORO, J. C. Solo, da origem da vida ao alicerce das civilizações: uso, manejo e gestão. Pesquisa Agropecuária Brasileira. vol.51 nº9 Brasília. 2016.

RAMOS, D. T. Condições de um latossolo vermelho amarelo eutrófico submetido à diversos sistemas de manejo na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). 2017. 89p. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical) - Faculdade De Agronomia e Zootecnia, Universidade Federal De Mato Grosso, Cuiabá. 2017.

REIS JUNIOR, FB dos; MENDES, I. de C. Biomassa microbiana do solo. **Planaltina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2007.

ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; MENDES, I. C.; REIS JÚNIOR, F. B.; SANTOS, J. C. F. & HUNGRIA, M. 2006. Biomassa microbiana do solo: fração mais ativa da matéria orgânica. In: Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares.

SCHOENHOLTZ, S.H.; VAN MIEGROET, H.; BURGER, J.AA. review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. *Forest Ecology and Management*, v.138, n.1-3, p.335-356, 2000.

SILVA, C. F. da; PEREIRA, M. G.; MIGUEL, D. L.; FERNANDES, J. C. F.; LOSS, A.; MENEZES, C. E. G.; SILVA, E. M. Carbono orgânico total, biomassa microbiana e atividade enzimática do solo de áreas agrícolas, florestais e pastagem no médio Vale do Paraíba do Sul (RJ). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, n. 6, p. 1680-1689, 2012.

SOBUCKI, L. et al. Manejo e qualidade biológica do solo: uma análise. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 3, n. 3. 2019.

SOUSA, D. G. A. Resposta de Indicadores de Qualidade do Solo Sob Sistemas de Uso nas Várzeas de Sousa – PB. Pombal - PB, **Trabalho de Conclusão de Curso**. Curso de Agronomia. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, 50 p.; 2018.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; MIRANDA, J. R. P.; SANTOS, R. V.; ALVES A. R.; Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semiárido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 151-160, 2008.

SOUZA, E. D. et al. Matéria orgânica e agregação do solo após conversão de “campos de murundus” em sistema plantio direto. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.51, n.9, p.1194-1202, 2016.