



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ATIVIDADE MICROBIANA DE UM SOLO SOB COBERTURA  
MORTA E CULTIVADO COM FORRAGEIRAS IRRIGADAS  
COM ÁGUA DE REÚSO**

**DANILO JOSÉ DE BARROS**

**RECIFE, PE**

**2022**

**DANILO JOSÉ DE BARROS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ATIVIDADE MICROBIANA DE UM SOLO SOB COBERTURA MORTA  
E CULTIVADO COM FORRAGEIRAS IRRIGADAS COM ÁGUA DE  
REÚSO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrícola.

**Orientador:** Mario de Andrade Lira Junior

**Coorientador:** Felipe José Cury Fracetto

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- B277a BARROS, DANILO JOSÉ DE.  
Atividade microbiana de um solo sob cobertura morta e cultivado com forrageiras irrigadas com água de reuso /  
DANILO JOSÉ DE BARROS. - 2022.  
34 f. : il.
- Orientador: Mario de Andrade Lira Junior.  
Coorientador: Felipe Jose Cury Fracetto.  
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em  
Engenharia Agrícola e Ambiental, Recife, 2022.
1. Cobertura vegetal. 2. Atividade microbiana. 3. Irrigação com água residual. 4. Consórcio. 5. Forrageiras. I.  
Junior, Mario de Andrade Lira, orient. II. Fracetto, Felipe Jose Cury, coorient. III. Título

---

CDD 628

## **DEDICATÓRIAS**

Dedico esse trabalho especialmente a Deus por me permitir chegar até aqui e in memoriam ao meu irmão Rafael.

*O tempo passa e um dia a gente aprende hoje eu sei realmente o que faz a minha mente eu vi o tempo passar e pouca coisa mudar então tomei um caminho diferente tanta gente equivocada faz mau uso da palavra falam, falam o tempo todo, mas não tem nada a dizer, mas eu tenho um Deus forte, é incrível minha família agradeço todo tempo ter encontrado vocês. O tempo é rei, a vida é uma lição e um dia a gente cresce e conhece nossa essência e ganha experiência e aprende o que é raiz, então cria consciência.*

**Charlie Brow Jr.**

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus, as orações de todos e a minha fé por não me permitir desistir dos meus sonhos e objetivos, mesmo com todas as dificuldades enfrentadas nessa jornada que até agora foi a mais longa e difícil.

A pessoa mais importante da minha vida, tudo que eu sou e conquistei até hoje foi graças aos seus esforços, apoio e cuidados durante todos esses anos comigo, obrigado por tudo mainha.

Aos meus irmãos Fabiana, Edgar, Riomar, Rafael (in memoriam) e Lucidalvo que também são um pouco de pai para mim, juntamente com eles a toda minha família que de alguma forma me apoiaram durante minha trajetória.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco por proporcionar um ensino de qualidade, inclusivo e gratuito, a todos os profissionais que trabalham na manutenção da universidade e no restaurante universitário.

Ao Departamento de Engenharia Agrícola, a coordenação do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental. Um agradecimento a especial a Marianne Lima, Daniella Amorim, Jonathan Reis, Amilton Júnior e Tatiana Menezes e a outros profissionais que tive a satisfação de conviver e aprender.

Aos meus orientadores Mario Lira Jr., Felipe Fracetto e Giselle Fracetto por todo o apoio e paciência, a todos os meus mestres que já me ensinaram e ao Laboratório de Microbiologia do Solo-UFRPE e a todos os pesquisadores e profissionais que conheci durante minhas pesquisas.

Também a todos meus professores desde a primeira série até esse momento, aos bons por me mostrar como exercer a profissão com amor, zelo e competência.

Aos meus amigos Amanda Gusmão, Arthus Douglas, Cristiano Simões, Davi Francisco, Elizabeth Regina, Fabiano Simões, Gabrielli Renata, Iracema Calixto, Isabella Leite, Itamar Silva, João Guilherme, José Santino, Julia Gabriela, Kézia Nogueira, Leandro Almeida, Maria Vitória, Maxmiliany Querido, Mayara Gomes, Nicolas Matheus, Ricardo Aquiles, Robson Santos, Thiago Henrique, Vanessa Dina, Vanessa Rayanne, Vanusa Maria, Yure Romero que me incentivaram e me apoiaram em diversos momentos de dificuldades, tanto acadêmica quanto pessoal.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
HIPÓTESES .....	11
OBJETIVOS.....	11
Objetivo geral .....	11
Objetivos específicos.....	11
METODOLOGIA.....	12
Área de estudo e características do local .....	12
Delineamento experimental e tratamentos .....	13
Características hidráulicas e manejo da irrigação .....	14
Análises microbiológicas.....	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS .....	27
ANEXOS .....	32
ASSINATURA DO ORIENTADOR .....	34

## RESUMO

A Organização das Nações Unidas estima que nos próximos 30 anos a população mundial será de 9,7 bilhões de pessoas, o que ocasionará a busca por uma produção de alimentos cada vez maior. Uma estratégia para aumentar a produção agrícola e reduzir o desgaste ambiental é a utilização de águas residuárias para irrigação em associação com cobertura vegetal, que pode trazer benefícios à microbiota do solo, maior disponibilidade de nutrientes e maior produtividade. O objetivo desse trabalho foi avaliar a abundância e atividade microbiana em solos cultivados com palma forrageira, irrigados com água residuária proveniente de esgoto doméstico e com cobertura vegetal. O experimento ocorreu na Unidade de Produção de Parnamirim - PE, utilizando água de reuso da estação de tratamento de esgoto para irrigação de palma forrageira em consórcio com capim-buffel e com sorgo Sudanense. A palma forrageira foi implantada em linhas duplas 0,5m x 0,5m x 2,0 m, com as culturas intercaladas entre essas linhas. Foram adotadas quatro repetições no delineamento em blocos casualizados, no arranjo fatorial 2 (consórcio com sorgo sudanense e capim buffel) x 4 coberturas (sem cobertura, 8 e 12 toneladas de palhada de milho por hectare e vegetação natural). Após o ciclo do sorgo, foi realizada a coleta e avaliados a respiração basal do solo, o carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo e o quociente metabólico, nas camadas 0-10 e 10-20 cm do solo. Não houve diferença significativa na estimativa da respiração basal do solo, no nitrogênio microbiano e no quociente metabólico em ambas as camadas avaliadas. Já na camada 0-10 cm para o carbono da biomassa microbiana ocorreu diferença significativa entre os consórcios sem cobertura vegetal, na camada 10-20 verificou-se que no consórcio capim-buffel, a cobertura vegetal com 8 toneladas diferiu das demais para essas mesmas variáveis microbiológicas. O uso de cobertura vegetal se faz necessário pois traz diversos benefícios ao solo e a comunidade microbiana, além disso é recomendável o consórcio com sorgo sudanense devido a sua morfologia vegetal que contribuiu no carbono da biomassa. Se faz necessário a continuação dos estudos devido ao tempo de implementação do sistema e a relação C/N da palhada de milho.

**Palavras-Chaves:** Cobertura vegetal, atividade microbiana, irrigação com água residuária, consórcio, forrageiras.

## ABSTRACT

The United Nations estimates that the population will be 9.7 billion inhabitants in the next 30 years, demanding an increase in food production. A strategy to increase this demand and reduce environmental impact is the use of wastewater for irrigation in association with mulch, which can bring benefits to the soil microbiota, greater availability of nutrients and agricultural productivity. The objective of this work was to evaluate the abundance and microbial activity in soils cultivated with forage cactus, irrigated with sewage wastewater and with mulch. The experiment was at the Parnamirim Production Unit - PE, using reused water from the sewage treatment plant for irrigation of forage cactus consorted with buffel grass and sudan sorghum. The forage cactus was implanted in double rows 0.5m x 0.5m x 2.0 m, with the cultures intercalated between the double rows, with the experimental unit formed by three double rows of 4 m in length each. Four replications were used in the design in randomized blocks, in factorial arrangement 2 (intercropping with sudan sorghum and buffel grass) x 4 covers (no cover, 8 and 12 tons of corn straw per hectare and natural vegetation). We evaluated soil basal respiration, carbon and nitrogen from soil microbial biomass and metabolic quotient, at 0-10 and 10-20 cm layers. There was no significant difference in soil basal respiration, microbial nitrogen, and metabolic quotient at 0-10 and 10-20 layers. Estimating carbon from microbial biomass at 0-10 cm layer, we observed a significant difference between the intercrops without vegetation cover, however at 10-20 with buffel grass, the 8 tons mulch differed from the other treatments. Even so, further research is necessary to observe these variables over a longer period.

**Keywords:** mulch, microbial activity, residual water irrigation, consort, forage.

## INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas estima que nos próximos 30 anos a população mundial será de 9,7 bilhões de habitantes (ONU BRASIL, 2022) e esse significativo aumento ocasionará a busca por uma produção agrícola cada vez maior, impactando diretamente os recursos naturais renováveis ou não renováveis.

Entre os recursos naturais mais utilizados pela agropecuária podemos citar a água e o solo. Estima-se que 70% da água doce potável disponível são usadas para irrigação de culturas agrícolas, enquanto as atividades industriais são responsáveis por consumir 20% e o uso doméstico em 10% (ONU, 2019). Já em relação ao solo os dados demonstram um cenário preocupante (ONU, 2019), devido as ações antrópicas.

A FAO (2021) informa que aproximadamente 33% do solo mundial está moderado ou altamente degradado, além disso, uma pesquisa realizada pela ONU (2021) revelou que 55% dos países não possuem capacidade para avaliar a qualidade dos seus solos, sendo que em determinadas regiões do planeta, a situação pode ser mais crítica, pois o clima e ação antrópica podem potencializar esses danos ambientais.

Em regiões em que a precipitação pluviométrica é distribuída de forma irregular, essa situação se torna mais agravante, como no semiárido brasileiro (OLIVEIRA JÚNIOR 2020). Nessa região as chuvas são concentradas em três a quatro meses do ano, cuja quantidade é ainda menor que a evaporação, ocasionando assim, um déficit hídrico que implica diretamente na agricultura e no solo dessa região (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2022).

A palma forrageira (*Opuntia spp.* e *Nopalea spp.*) é uma das culturas agrícolas cultivadas no semiárido para alimentação de animais por ser adaptada ao metabolismo e tolerante aos fatores abióticos (SOUZA et al., 2019). Mesmo com essa adaptação, a produção pode ser aumentada pela irrigação, demonstrando que a disponibilidade hídrica para cultura é um fator limitante na produtividade (BEZERRA et al., 2015; JARDIM et al., 2021).

Uma estratégia para aumentar a produção da palma é a utilização de águas residuárias para irrigação em associação com cobertura vegetal (SIQUEIRA, 2021). Viera et al., (2020) e Maia Júnior et al., (2019) trabalhando com milho e feijão-caupi, observaram que a cultura que recebia essa água como substituta de insumos teve diversos benefícios como uma menor temperatura do solo, maior umidade, diminuição na aplicação de fertilizantes químicos,

possibilidade de produção em épocas de escassez de chuva, aumento da produção, minimizando os impactos negativos tanto para a sociedade, quanto para o meio ambiente.

O uso de água residuária pode beneficiar a comunidade microbiana do solo, uma vez que tende a ocorrer um aumento no pH, nos teores de fósforo, cálcio, magnésio, e na matéria orgânica, reduzindo a condutividade elétrica e o teor de sódio, favorecendo a atividade decompositora de bactérias e fungos nesse micro bioma (SANTOS 2020; MEIRELES 2019; LIMA et al., 2019) possibilitando alterações no solo que são perceptivos quando estudamos os microrganismos, tendo em vista que eles são sensíveis às alterações químicas e físicas decorrentes do tipo de manejo do solo e podem ser eficientes indicadores da qualidade biológica do solo (ARAÚJO E MONTEIRO 2007; VENZKE FILHO et al., 2008).

Entre os atributos biológicas utilizados para verificar a qualidade biológica do solo, destacam-se a respiração basal do solo (RBS), o carbono (C-BMS) e do nitrogênio (NM) da biomassa microbiana do solo e o quociente metabólico ( $qCO_2$ ). A respiração basal e a biomassa microbiana estimam a atividade e a abundância da microbiota do solo, enquanto o quociente metabólico determina a possibilidade de estresse da comunidade microbiana, que pode ser tanto pela escassez de nutrientes, quanto pelas perturbações antrópicas (BARBOSA & OLIVEIRA, 2019).

Estudos revelam que os maiores valores de biomassa microbiana podem ser encontrados em áreas com vegetação preservada, ou em manejos conservacionistas (SILVA et al., 2020; PEREIRA et al., 2021). Pereira et al., (2021), verificando o efeito da degradação da terra, restauração e floresta nativa nas comunidades microbianas do solo no semiárido nordestino, evidenciaram que em áreas degradadas ocorrem a redução das funções relacionadas ao metabolismo microbiano e que a adoção de práticas sustentáveis no cultivo pode recuperar as funções biológicas do solo.

Viera (2019), avaliando a resposta dos atributos microbiológicos do solo ao acréscimo de palhada de cana-de-açúcar, verificou que conforme aumentou-se a cobertura de solo por resíduos vegetais, também foi encontrado um maior valor de C-BMS, RBS e do  $qCO_2$ , além disso, comprovaram que esses atributos podem ser considerados como efetivos indicadores de monitoramento das alterações no solo.

O sistema de plantio direto (ou seja, de conservação do solo pela manutenção da palhada) proporciona um maior valor de carbono microbiano (C-BMS) nas camadas superficiais do solo, com possibilidade de estoque desse nutriente, assim como uma menor

liberação de CO<sub>2</sub> pela atividade microbiana (GONÇALVES et al., 2020; ARAÚJO et al., 2019).

Diante da necessidade de aumentar a produtividade agrícola, de forma sustentável, objetivou-se com a presente pesquisa avaliar a abundância e a atividade microbiana em solos de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* (Haw) Haw) irrigados com água residuária e com a presença de cobertura vegetal, para estabelecer os benefícios dessa comunidade biótica no micro bioma solo.

## **HIPÓTESES**

- I. A utilização de água residuária tratada irá afetar a microbiota do solo;
- II. A cobertura vegetal irá beneficiar a comunidade microbiana nas profundidades 0-10 e 10-20;
- III. O quantitativo da cobertura vegetal irá influenciar na comunidade microbiana.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo geral**

Avaliar a abundância e a atividade microbiana em solo em consórcio de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana com o sorgo sudanense e capim buffel com palhada de milho e irrigados com água residuária tratada.

### **Objetivos específicos**

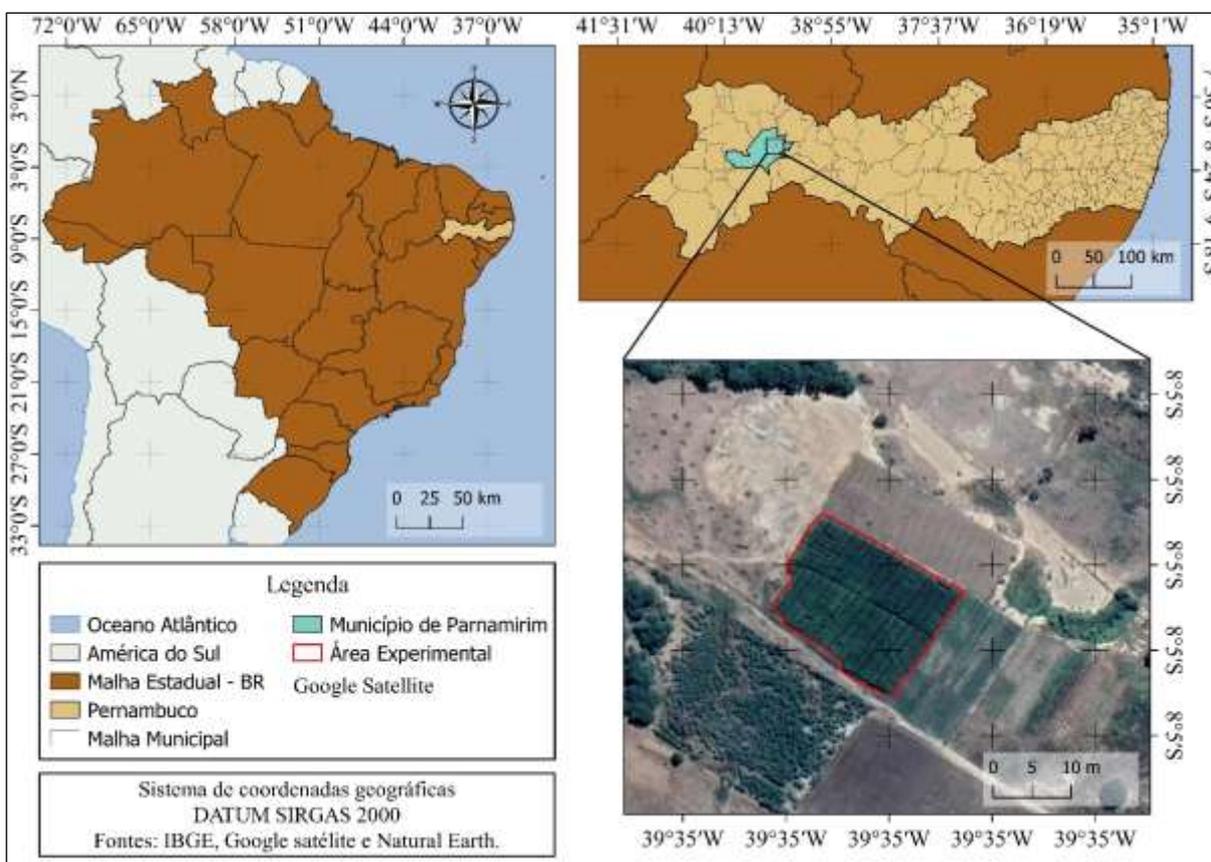
- Estimar C e N da biomassa microbiana de solo em consórcio de palma forrageira orelha de elefante mexicana com o sorgo sudanense e capim buffel irrigados sob irrigação com efluente doméstico tratado;
- Avaliar a respiração microbiana em solo em consórcio de palma forrageira orelha de elefante mexicana com o sorgo sudanense e capim buffel irrigados sob irrigação com efluente doméstico tratado;
- Determinar a eficiência da atividade microbiana em solo em consórcio de palma forrageira orelha de elefante mexicana com o sorgo sudanense e capim buffel irrigados sob irrigação com efluente doméstico tratado.

## METODOLOGIA

### Área de estudo e características do local

O experimento foi conduzido na Unidade de Produção de Parnamirim-PE da COMPESA, utilizando água de reuso da estação de tratamento de esgoto (lagoa de recebimento do esgoto e tratamento no mesmo local). O experimento está localizado na bacia hidrográfica do rio Brígida, cujo as coordenadas do local são: 8° 5' 22,2" S; 39° 35' 22,2" O e 397 m de altitude. (Figura 1).

O município se encontra na região do sertão central, possuindo o clima classificado com BSh (clima semiárido quente), de acordo com a classificação proposta por Köppen adaptada ao Brasil (Alvares et al., 2013), com precipitação média anual de 544 mm e temperatura média anual de 26,7 °C (APAC, 2017).



**Figura 1-** Localização da área experimental

O solo é classificado texturalmente como franco-argiloso. Antes do cultivo da palma forrageira na UR-Parnamirim, a área experimental era cultivada com a cultura do milho para a produção de silagem e irrigada por superfície com água do rio Brígida.

## Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi implementado no início da estação chuvosa de 2021 com o plantio da Palma forrageira, seguido pelo início da irrigação com água de reuso ao final do ano 2021 após o pleno estabelecimento desta cultura e plantio dos consórcios de capim buffel e sorgo e sorgo sudanense.

A palma forrageira foi implantada em linhas duplas 0,5m x 0,5m x 2,0 m, com a unidade experimental formada por três filas duplas de 4 m de comprimento cada, com quatro repetições no delineamento em blocos casualizados (Figura 2). O sorgo e o capim buffel foram cultivados entre as linhas duplas de palma forrageira conforme as suas parcelas.

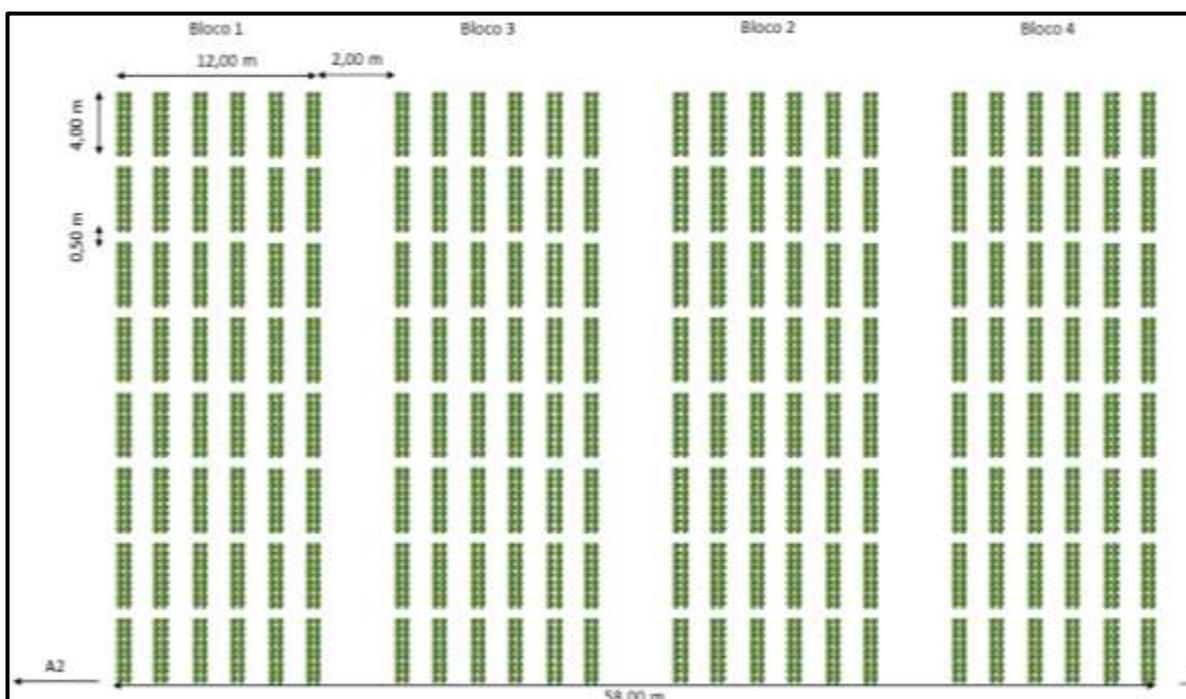


Figura 2- Croqui da área experimental

Foi estudado um arranjo fatorial 2 (consórcio com sorgo sudanense e capim buffel) x 4 coberturas (sem cobertura, 8 e 12 toneladas de palhada de milho por hectare e vegetação natural) apresentando-se como:

- T1 – Sem Cobertura x Sorgo Sudanense (0 Ton ha<sup>-1</sup>)
- T2- Sem Cobertura x Capim Buffel (0 Ton ha<sup>-1</sup>)
- T3- 8 t.ha<sup>-1</sup> de palhada de Milho X Sorgo Sudanense
- T4- 8 t.ha<sup>-1</sup> palhada de Milho X Capim Buffel

- T5- 12 t.ha<sup>-1</sup> palhada de Milho X Sorgo Sudanense
- T6- 12 t.ha<sup>-1</sup> palhada de Milho X Capim Buffel
- T7- Vegetação Natural x Sorgo Sudanense (VN)
- T8- Vegetação Natural x Capim Buffel (VN)

Foram realizadas duas coletas de solo, a primeira no início da irrigação com água residuária em dezembro de 2021 para caracterização e a segunda no final do ciclo do sorgo em abril de 2022 para avaliar os efeitos da cobertura vegetal e da irrigação.

### **Características hidráulicas e manejo da irrigação**

As parcelas são irrigadas por sistema de gotejamento, com tubo gotejador de diâmetro de 16 mm e emissores espaçados em 0,50 m com vazão nominal de 2,1 L h<sup>-1</sup>. O efluente doméstico é oriundo de cerca de 57% das residências do município de Parnamirim-PE, sendo este tratado por uma lagoa facultativa associada a uma lagoa de maturação, sendo as características desse efluente monitorado semanalmente pela companhia pernambucana de saneamento como é possível verificar nos anexos.

O bombeamento do efluente tratado é realizado por uma bomba submersível de rotor aberto com 1,0 cv de potência situada no interior da lagoa bombeando o efluente para um reservatório de 20.000 L.

O recalque do efluente do reservatório à UR-Parnamirim percorre a distância de 600 m sendo realizado por uma motobomba centrífuga de eixo horizontal com potência de 3,0 cv, em que a filtragem do efluente é realizada por um filtro de areia com capacidade para 250 kg e pressão de serviço à 10 KPa. associado a dois filtros de tela de 2'' localizado na saída do recalque da bomba.

O manejo da irrigação durante os primeiros seis meses após o início desta foi realizado via clima com uso do Tanque Classe A (TCA), em que o cálculo da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi obtido conforme com o coeficiente do TCA obtido por Pereira et al. (2014) com valores fixos mensais.

A evapotranspiração da palma forrageira (ET<sub>c</sub>) foi obtida pelo produto do coeficiente da cultura (k<sub>c</sub>) pela ET<sub>o</sub>, conforme equação. Foi utilizado o k<sub>c</sub> de 0,52 ao longo do cultivo replicando o mesmo valor adotado por Araújo Júnior et al. (2021) em estudos sobre regimes hídricos no cultivo da palma forrageira em região semiárida.

$$ETc = kc \times kp \times ECA$$

Em que:

- ETc – evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>);
- Kc – coeficiente de cultivo (adimensional);
- ETo – evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>).

A lâmina de irrigação aplicada foi em função do tempo de irrigação (Ti) com adoção do turno de rega a cada três dias. Os consórcios foram irrigados levando em consideração a necessidade hídrica da palma forrageira.

$$Ti = [ETc * (Ep * El) / (qe * Ea)] * 60$$

Em que:

- Ti – tempo de irrigação (min);
- ETc – evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>);
- Ep – espaçamento entre plantas (m);
- El – espaçamento entre fileiras (m);
- qe – vazão do emissor (Lh<sup>-1</sup>);
- Ea – eficiência de aplicação (%).

### **Análises microbiológicas**

Para a caracterização da área, foram recolhidas três amostras de solo em cada parcela, nas camadas 0-10 cm e 10-20 cm. Todas as análises biológicas foram realizadas em triplicata.

As amostras de solo foram peneiradas em malha de 2mm e conservadas em refrigerador. Para a determinação do carbono da biomassa microbiana (C-BMS) e do nitrogênio da biomassa microbiana (N-BMS), o extrator utilizado foi o sulfato de potássio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 0,5 mol L<sup>-1</sup>, 80 ml por amostra, com pH ajustado para 6,5-6,8. As amostras foram submetidas a agitação horizontal por 30 minutos.

Em seguida as amostras foram deixadas em repouso por 1 hora e posteriormente o sobrenadante foi filtrado em papel quantitativo. Após filtrar as amostras, 10 ml do extrato foi

adicionado em um erlenmeyer de 125 ml, seguido de 2 ml da solução de dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ )  $0,066 \text{ mol L}^{-1}$  e 10 ml de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ).

Após esfriar, foi adicionado 50 ml de água destilada e três gotas do indicador ferroin, procedendo-se a titulação do excesso de dicromato com uma solução de sulfato ferroso amoniacal  $0,03 \text{ mol L}^{-1}$ , onde as amostras passam da coloração amarelo para vermelho “ferroso”. Os valores do C-BMS foram calculados a partir da seguinte equação:

$$C - BMS = \frac{[(V_b - V_{am}) * (\text{molaridade sulfato ferroso}) * (3) * (1000) * (\text{Volume do extrato})]}{\text{Volume do extrato} * \text{peso do solo}}$$

- Volume utilizado para a determinação do carbono (ml);
- $V_b$  = volume do branco (ml);
- $V_{am}$  = volume da amostra (ml);
- 3 = resultado da relação entre o número de mols de  $Cr_2O_7$  que reagem com  $Fe^{2+}$  (1/6), multiplicado pelo número de mols de  $Cr_2O_7$  que reagem com o C (3/2), multiplicado pelo peso equivalente do C (12);
- 1000 = fator de conversão de umidade.
- $C_{mic} = (C_i - C_{\tilde{n}i}) / K_c = \mu\text{g g}^{-1}$
- de C no solo
- $C_i$  = amostra irradiada
- $C_{\tilde{n}i}$  = amostra não irradiada

\*Sendo que  $K_c = 0,33$  para o método de irradiação extração de C-BMS.

O N-BMS foi determinado a partir do mesmo extrato utilizado para o C-BMS. O procedimento consistiu em: pipetar 20 ml do extrato em tubos de digestão de 100 ml, em seguida foi adicionado 1 ml de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) 30 % e 2 ml de ácido sulfúrico 43 ( $H_2SO_4$ ). Após esfriar foi adicionado 0,7 g da mistura digestora (Sulfato de Sódio; Sulfato de cobre heptahidratado e selênio).

As amostras foram levadas ao bloco digestor e a temperatura foi elevada paulatinamente até o volume abaixar e ser atingida a temperatura de  $350 \text{ }^\circ\text{C}$ . Após clarear (verde claro) as amostras foram mantidas no bloco por 2 horas em temperatura controlada. Depois da digestão, foi adicionado 5 ml de água destilada em cada amostra e o tubo foi

conectado ao destilador Kjeldahl e vagorosamente foi liberada a solução de hidróxido de sódio (NaOH) 10 mols L<sup>-1</sup>.

Um erlenmeyer com 5 ml da solução indicadora de ácido bórico (utilizado para aprisionar o nitrogênio evitando que ele seja perdido por volatilização) foi colocado no equipamento a fim de coletar 35-40 ml de destilado e em seguida procedeu-se a titulação com uma solução de ácido clorídrico (HCl) 0,005 mol L<sup>-1</sup>. O ácido foi padronizado e sua concentração calculada a partir da seguinte fórmula:

$$H + (\text{mol}cL^{-1}) = 10 \times 0,050 / \text{ml}H^+$$

O teor de N presente na biomassa microbiana foi calculado a partir da equação abaixo descrita:

$$N_i (\text{mg} \cdot L^{-1}) = [(ml H + am - ml H + br) \times (H +) \times 14] / [Volume (L)]$$

Em que:

- V<sub>am</sub> = volume de HCl gasto na titulação da amostra;
- V<sub>br</sub> = volume de HCl gasto na titulação do branco;
- [H<sup>+</sup>] = concentração real do ácido clorídrico
- 14 = peso equivalente do N

$$N_{I, \bar{N}I} (\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}) = N_I [(vol. extrator (L)) \times 1000 / \text{peso da amostra (g)}]$$

Em que:

- 1000 = fator de conversão de umidade.

$$N_{mic} (\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}) = (N_I - N_{\bar{N}I}) / K_n$$

Em que:

- N<sub>I</sub> = nitrogênio da amostra irradiada;
- N <sub>$\bar{N}I$</sub>  = nitrogênio da amostra não irradiada;
- K<sub>n</sub> = 0,54 para o método de irradiação-extração do N-BMS.

Para RBS, foi pesado 50 g de solo em potes plásticos e umedecido com o auxílio de um borrifador contendo água destilada para ativação dos micro-organismos, em seguida foi adicionado um copo de 50 mL, em cada pote, contendo 20 mL de hidróxido de sódio (NaOH) 0,5 M para incubação em potes hermeticamente fechados.

Decorridos 7 dias de incubação foi feita a leitura das amostras por titulação com uma solução de ácido clorídrico (HCl) 0,25 M, após a adição da solução de cloreto de bário (BaCl<sub>2</sub>) 0,05 M para precipitação do carbonato e 3 gotas da solução indicadora de fenolftaleína 1 % (MENDONÇA; MATOS, 2005). Foi necessário realizar a padronização do ácido conforme descrito acima na determinação de N-BMS. A taxa de CO<sub>2</sub> da respiração do solo foi calculada de acordo com a equação abaixo descrita:

$$mgCO_2. g_{solo}^{-1}. dia^{-1} = (Vb - Vam) \times (conc. HCl) \times 22 \times 1000 / peso\ do\ solo\ seco(g) \times n^{\circ}\ de\ dias$$

Onde:

- Vb = média dos volumes gastos na titulação dos brancos;
- Vam = volume gasto na titulação das amostras;
- Conc. HCl = 0,5 M;
- 22 = massa atômica do CO<sub>2</sub> (44) dividido pelo número de moles de CO<sub>2</sub> que reagem com NaOH (2);
- 1000 = fator de conversão de unidades;
- N<sup>o</sup> de dias = 7 (5-7 conforme período de incubação).

O quociente metabólico foi calculado de acordo com Anderson & Domsch (2010), pela relação entre respiração basal e carbono da biomassa microbiana.

Para os dados de caracterização da área foram gerados gráficos espaciais das camadas 0-10 cm e 10-20 cm, os dados da ação das coberturas e dos consórcios foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F (p<0,10) e as médias dos fatores isolados e das interações quando significativas, foram comparadas pelo teste Tukey (p<0,10). Para isso, foi utilizado o programa SAS on Demand for Academics.

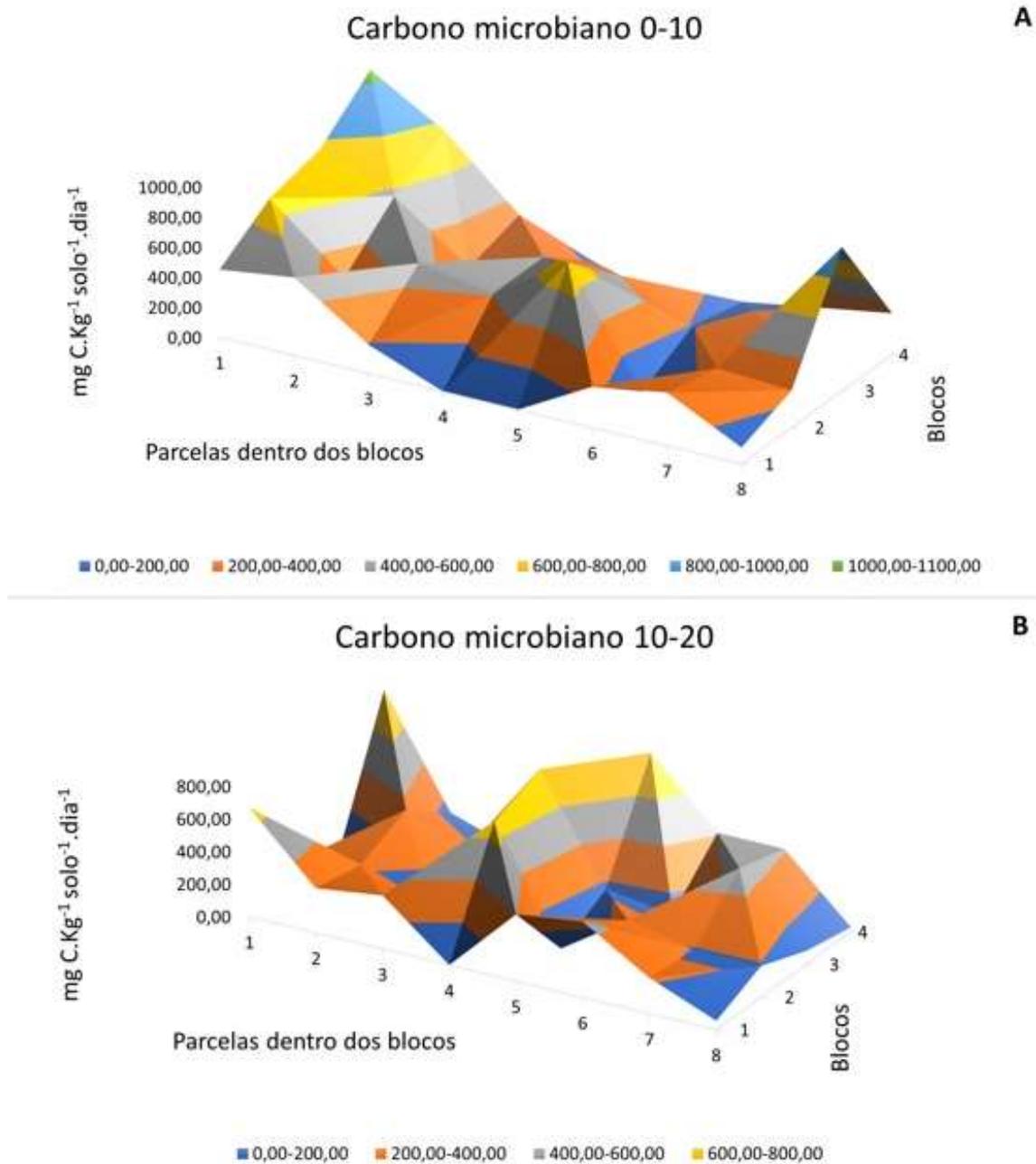
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na caracterização da área antes da implementação do sistema de irrigação, dos consórcios e da cobertura vegetal (Figuras 3a e 3b, 4a e 4b, 5a e 5b), os maiores valores de RBS, C<sub>mic</sub> e N<sub>mic</sub> foram obtidos na camada de 0-10 cm.

Os maiores valores para o C<sub>mic</sub> foram encontrados na parcela 1 bloco 4 (0-10 e 10-20), em relação ao N<sub>mic</sub> na profundidade 0-10 essa característica foi observada na parcela 4 bloco 4 (0-10) e parcela 1 bloco 4, enquanto a respiração basal variou comparativamente pouco entre as parcelas e blocos.

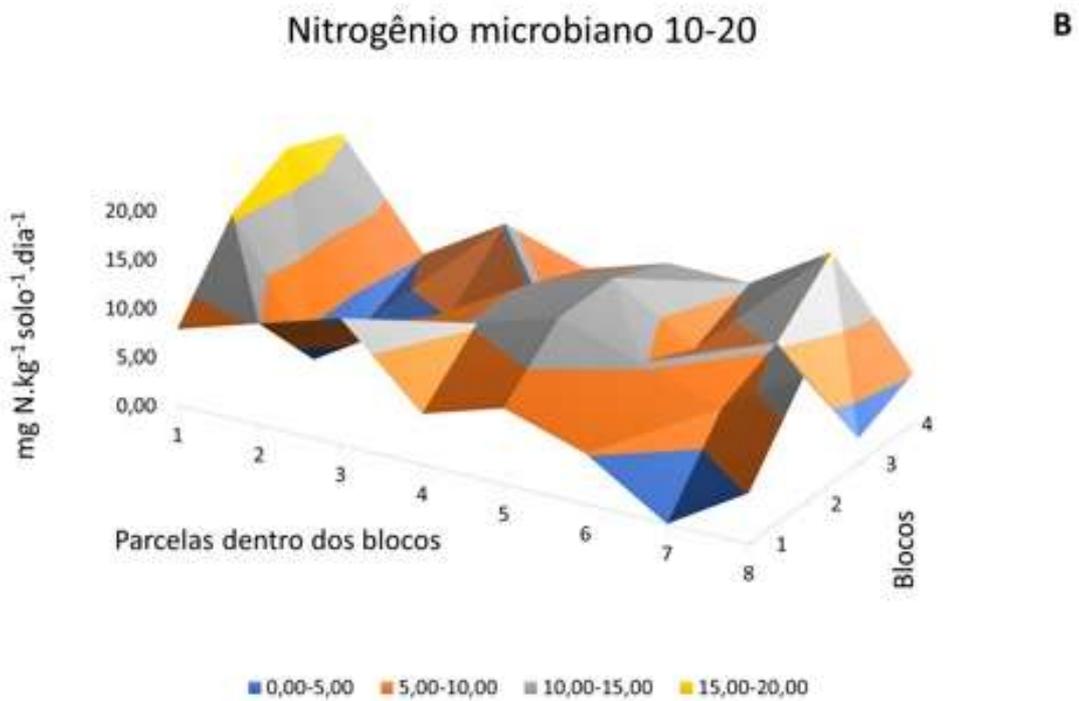
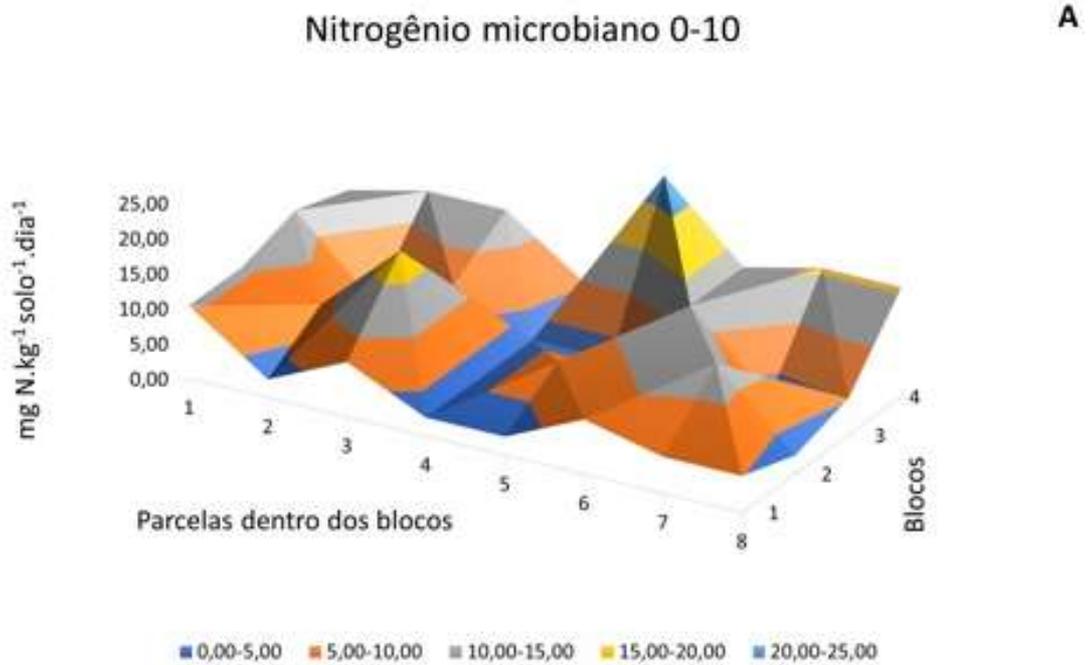
Andréa et al., (2002) e Viera (2019) relataram que isso pode ocorrer pelo fato de que nessa profundidade são mais intensos os processos de transformação da matéria orgânica pelos microrganismos do solo e que em camadas profundas terá uma menor disponibilidade de C, pela menor atividade microbiana de decomposição da matéria orgânica, que também é mais escassa nessas regiões.

**Figura 3-** Distribuição espacial dos dados de caracterização do carbono microbiano na área de experimento.



Fonte: Própria

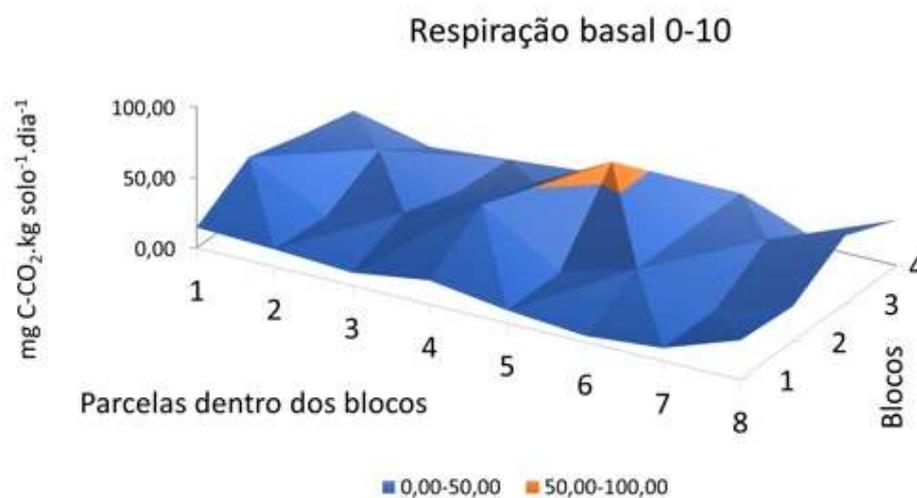
**Figura 4-** Distribuição espacial dos dados de caracterização do nitrogênio microbiano na área de experimento.



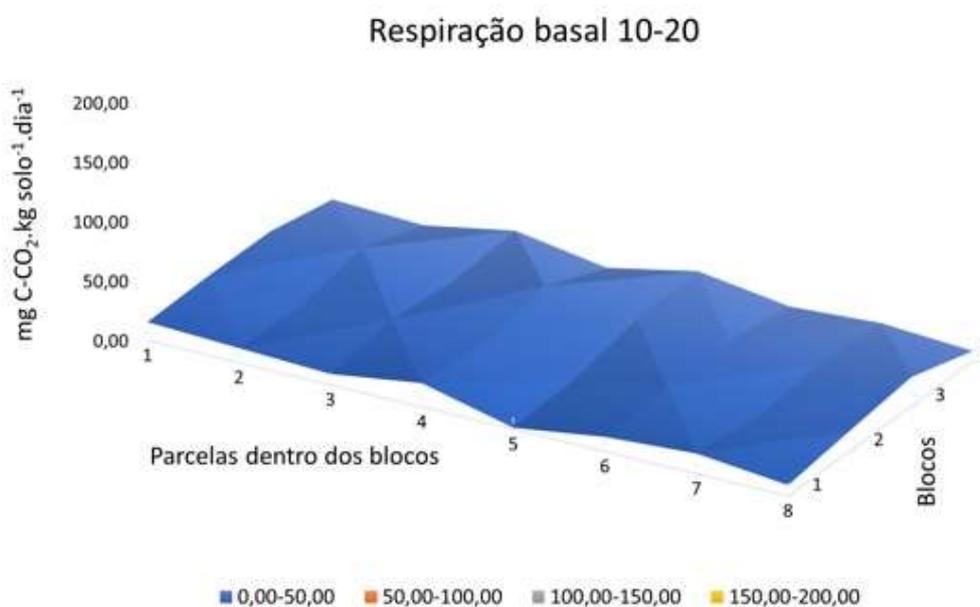
Fonte: Própria

Figura 5- Distribuição espacial dos dados de caracterização da respiração basal na área de experimento.

A



B



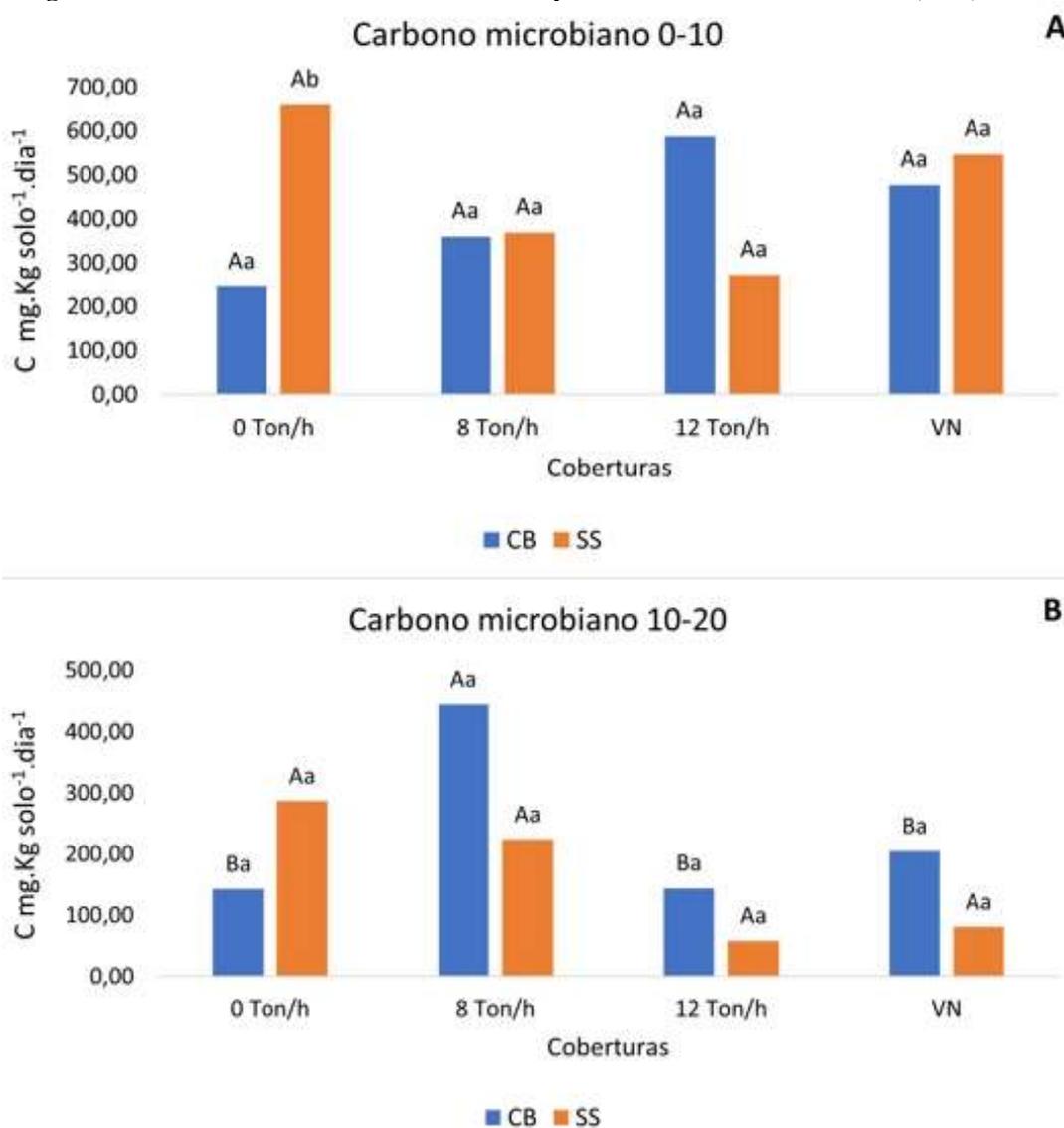
Fonte: Própria

O Cmic na camada 0-10 cm (Figura 6A) apresentou diferença significativa entre os consórcios sem cobertura vegetal e esse resultado pode ser explicado pelo fato do sistema radicular e pela parte área do sorgo sudanense terem proporcionado um aporte maior de MO, beneficiando a comunidade microbiana do solo (FRASCA et al., 2021), visto que as espécies utilizadas no sistema de consórcio e na cobertura vegetal podem influenciar numa maior disponibilidade de MO ao ambiente, aumentando assim o teor de nutrientes das plantas e

proporcionando um aumento no valor do carbono orgânico do solo (BORGES, 2019; SILVA et al., 2021).

Sobre o Cmic na profundidade 10-20 (Figura 6B) verificou-se que dentro do consórcio capim-buffel a cobertura vegetal com 8 toneladas diferiu das demais. Os resíduos vegetais apresentam diferentes taxas de decomposição e liberação de carbono, sendo os maiores valores encontrados para as menores quantidades de palhadas e em regiões onde a temperatura estava mais elevada ocasionando benefícios a microbiota do solo (SOUZA et al., 2014; BIZARI et al., 2019).

**Figura 6-** Análise de variância e do teste de Tukey do carbono microbiano do solo (RBS).

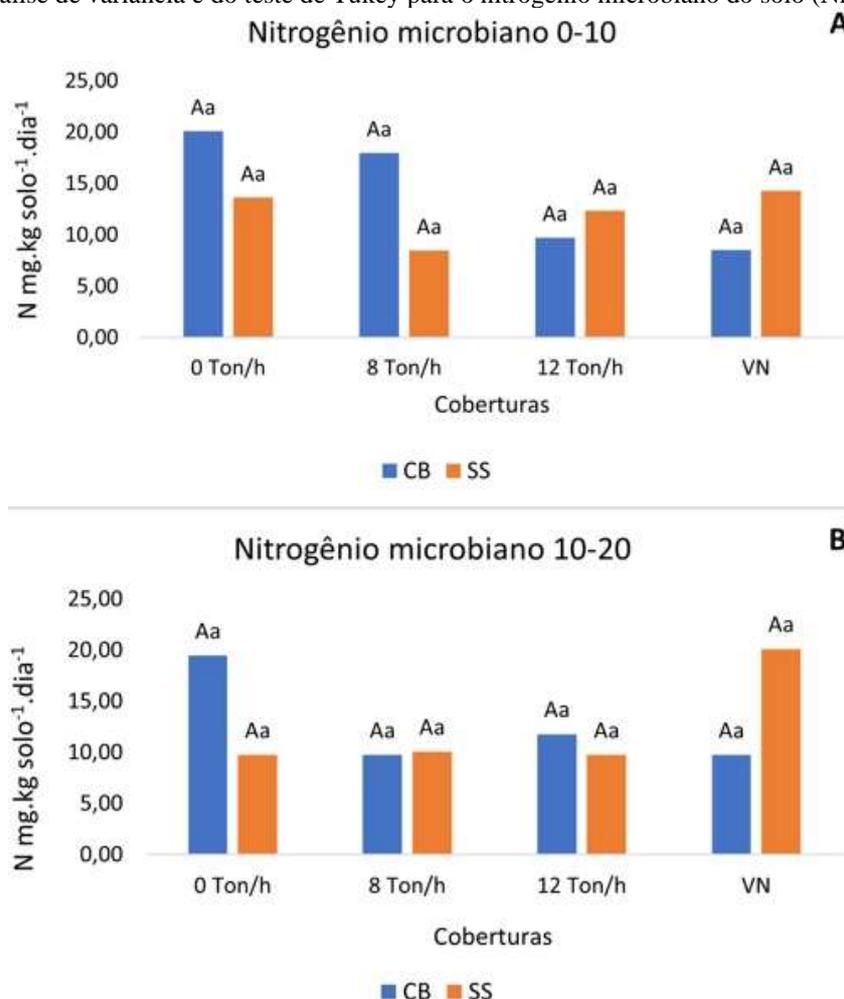


**Legenda:** Letras minúsculas comparam as coberturas do solo em relação aos consórcios Capim Buffel (CB) e Sorgo Sudanense (SS), letras maiúsculas comparam as diferentes coberturas em relação a um mesmo consórcio pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade.

Para o  $q\text{CO}_2$  (Figuras 9A e 9B) não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos, indicando que a atividade microbiana imobiliza o nitrogênio de forma menos intensa, quando comparada a outros sistemas de manejo com matéria orgânica mais lábil. Contudo, o manejo apresentado aqui não mostra estresse ou perturbações nessa comunidade microbiana, que está de certa forma, permitindo uma maior retenção de C nesses solos do que sua perda na forma de gás  $\text{CO}_2$ . (MENDES et al., 2011; CUNHA et al., 2016; SILVEIRA et al., 2020).

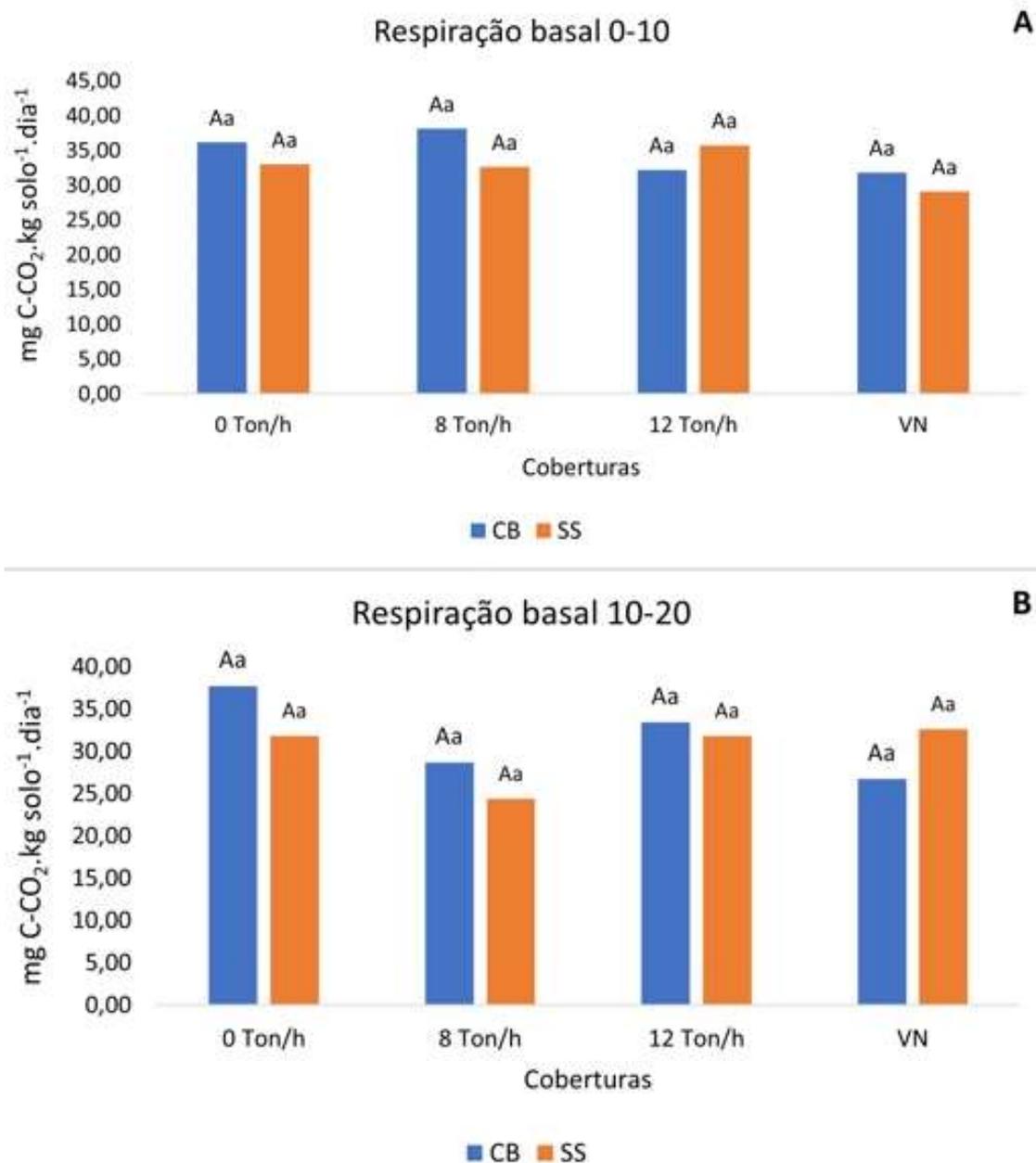
Não houve diferença significativa na RBS e no  $\text{N}_{\text{mic}}$  (Figuras 7A, 7B, 8A e 8B) entre as diferentes quantidades de coberturas mortas utilizadas e entre os dois consórcios, provavelmente pela recente implantação desses sistemas de plantio, já que a decomposição dos resíduos vegetais varia conforme diversos fatores como temperatura, pH, relação C/N entre outros fatores (MERCANTE et al., 2008).

**Figura 7-** Análise de variância e do teste de Tukey para o nitrogênio microbiano do solo ( $\text{N}_{\text{mic}}$ ).



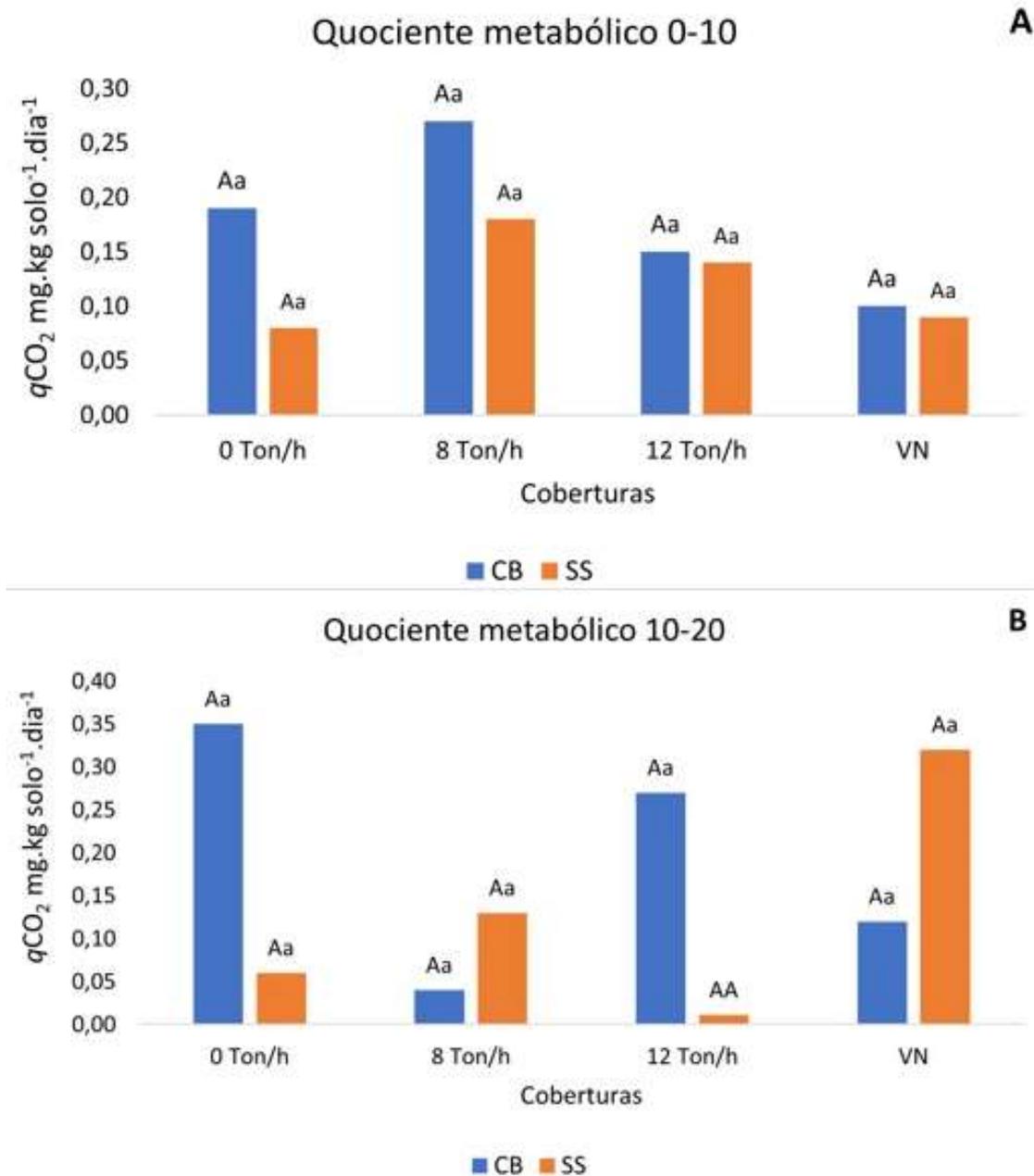
**Legenda:** Letras minúsculas comparam as coberturas do solo em relação aos consórcios Capim Buffel (CB) e Sorgo Sudanense (SS), letras maiúsculas comparam as diferentes coberturas em relação a um mesmo consórcio pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade

**Figura 8-** Análise de variância e do teste de Tukey para respiração basal do solo (RBS).



**Legenda:** Letras minúsculas comparam as coberturas do solo em relação aos consórcios Capim Buffel (CB) e Sorgo Sudanense (SS), letras maiúsculas comparam as diferentes coberturas em relação a um mesmo consórcio pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade.

**Figura 9-** Análise de variância e do teste de Tukey para o quociente metabólico do solo ( $qCO_2$ ).



**Legenda:** Letras minúsculas comparam as coberturas do solo em relação aos consórcios Capim Buffel (CB) e Sorgo Sudanense (SS), letras maiúsculas comparam as diferentes coberturas em relação a um mesmo consórcio pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade.

## CONCLUSÃO

- I. O consórcio com sorgo sudanense proporcionou benefícios a comunidade microbiana;
- II. É recomendável a utilização de cobertura vegetal de 8 hectares.ha<sup>-1</sup> no cultivo das forrageiras estudadas nesse trabalho;
- III. Mais estudos são necessários para verificar os atributos microbiológicos avaliados, tendo em vista que o tempo de experimento é recente e a relação C/N da palhada de milho é alta.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D.O.; BAYER, C.; ALMEIDA, H.C. Fauna e atributos microbiológicos de Argissolo sob sistemas de cobertura no Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.9, p. 1140-1147, 2016.

ANDRÉA, A. F., SILVA, M. L. N., CURTI, N., SIQUEIRA, J. O., & CARNEIRO, M. A. C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26(4), 913-923, 2022.

A ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. FAO alerta sobre degradação de um terço dos solos do planeta. Disponível em: <[A ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2019: não deixar ninguém para trás, fatos e dados. Disponível em: <\[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367276\\\_por\]\(https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367276\_por\)>. Acessado em: 6 de março de 2022.](https://news.un.org/pt/story/2021/12/1773222#:~:text=A%20Orgniza%C3%A7%C3%A3o%20das%20Na%C3%A7%C3%B5es%20Unidas,Sistemas%20em%20ponto%20de%20ruptura.> . Acessado em: 6 de março de 2022.</p></div><div data-bbox=)

ARAÚJO, A. S. F., MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.

ARAÚJO, T. D. S., GALLO, A. D. S., ARAÚJO, F. D. S., DOS SANTOS, L. C., GUIMARÃES, N. D. F., & DA SILVA, R. F. Biomass and microbial activity in soil cultivated with maize intercropped with soil cover legumes. **Revista de Ciências Agrárias** (Portugal), 42 (2), 347-357, 2019.

BEZERRA, SAF., SILVA, TGF., SOUZA, LSB., MOURA, MSB., MORAIS, JEF., DINIZ, WJS., **Revista Brasileira de Geografia Física** v.14, n. 04, 2369-2390, 2021.

BORGES, JB. Efeitos da identidade e diversidade funcionais sobre o acúmulo de serrapilheira e a respiração basal em um agroecossistema no sul do Brasil, 2019.

BRITO, CFB., FONSECA, VA., SILVA, NP., BRAGA, SS., GODINHO, FL., KONDO, M K., PORTUGAL, AF., MEGDA, M8XV. Alterações físicas e biológicas de um Eutrústox (Latossolo) sob plantio direto e preparo convencional no semiárido brasileiro. **Ciencia del Suelo**, v. 36, n. 2, p. 148-155, 2018.

CHEN, Q., LIU, Z., ZHOU, J., XU, X., & ZHU, Y. Long-term straw mulching with nitrogen fertilization increases nutrient and microbial determinants of soil quality in a maize–wheat rotation on China's Loess Plateau. **Science of The Total Environment**, 775, 145930, 2021.

CUNHA, E. D. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. D. 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. II-Atributos biológicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG n. 35, p. 603-611, 2011.

DA CUNHA, J. R., LEITE, L. F. C., SOUZA, D. D. A., & MATOS FILHO, C. H. A. Biomassa microbiana e atividade enzimática de um latossolo em diferentes sistemas de manejo do cerrado piauiense, 2016.

DE MELLO FRASCA, L. L., SILVA, M. A., REZENDE, C. C., FARIA, D. R., LANNA, A. C., DE BRITO FERREIRA, E. P., NASCENTE, A. S. Utilização de plantas de cobertura como alternativa de manejo sustentável. *Recima21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218*, 2(7), 2021.

DE SOUZA MEDEIROS, A., MAIA, SMF, DOS SANTOS, TC, & DE ARAÚJO GOMES. Perdas de carbono do solo em sistemas agrícolas convencionais devido à mudança de uso da terra no semiárido brasileiro. **Agricultura, Ecossistemas e Meio Ambiente**, 287, 106690, 2020.

DOS SANTOS, UJ, DE MEDEIROS, EV, DUDA, GP, MARQUES, MC, SOUZA, ESD, BROSSARD, M., & HAMMECKER, C. O uso da terra altera os estoques de carbono do solo, biomassa microbiana e éster metílico de ácidos graxos (FAME) no semiárido brasileiro. **Arquivos de Agronomia e Ciência do Solo**, 65 (6), 755-769, 2019.

FERREIRA, EPB., STONE LF., & MARTIN-DIDONE CCG. 2017. População e atividade microbiana do solo em sistema agroecológico de produção. **Rev. Ciênc. Agron.** 48(1): 22-31.

JARDIM, A.M.R.F., SILVA, T.G.F., SOUZA, L.S.B., ARAÚJO JÚNIOR, G. N., ALVES, H.K.M.N., SOUZA, M.S., ARAÚJO, G.G.L., MOURA, M.S.B. Intercropping forage cactus and sorghum in a semi-arid environment improves biological efficiency and competitive ability through interspecific complementarity. **Journal of Arid Environments**, 188, 1–11, 2021.

JÚNIOR, S. D. O. M., DE ANDRADE, J. R., DE ANDRADE, L. R., DOS SANTOS, C. M., DOS SANTOS SILVA, L. K., DE SOUZA MEDEIROS, A., & REIS, L. S. Solarização e cobertura vegetal no solo sobre a infestação de plantas daninhas no feijão-caupi (*Vigna unguiculata*). **Revista de Ciências Agroveterinárias**, 18(4), 466-473, 2019.

LIMA, C. J. G. D. S., PEREIRA, L. D. S., SANTOS, T. O. D. S., PINTO, S. N., RODRIGUES, A. C., & NUNES, L. A. P. L. Alterações do solo e produtividade do milho adubado com água residuária da suinocultura. **Revista Caatinga**, 32, 167-178, 2019.

LOUREIRO, D. C.; POLLI, H. de; AQUINO, A. M. de; SÁ, M. M. F.; GUERRA, J. G. M. Influência do uso do solo e conservação de carbono na biomassa microbiana em sistemas orgânicos de produção. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2016.

MEIRELES, D. A. D. Atributos químicos e biológicos de um Antropossolo sob utilização de água residuária tratada no Semiárido. 2019.

MERCANTE, F. M., SILVA, R.F., FRANCELINO, C. S. F., CAVALHEIRO, J. C. T., OTSUBO, A. A. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.5, p.479-485, 2008.

MENDES, I. C., REIS-JUNIOR, F. B., HUNGRIA, M., FERNANDES, M. F., CHAER, G. M., MERCANTE, F. M., ZILLI, J. É. Microbiologia do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M. Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária. Planaltina: **Embrapa Cerrados**, p. 219-244, 2011.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO. Semiárido brasileiro. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/semi-arido-brasileiro>>. Acessado em: 5 de abril, 2022.

MICHELON, C. J., JUNGES, E., CASALI, C. A., PELLEGRINI, J. B. R., NETO, L. R., de OLIVEIRA, Z. B., OLIVEIRA, M. B. Atributos do solo e produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de inverno. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, 18(2), 230-239, 2019.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. F. Análise dos atributos quali-quantitativos da água em microbacia perene do semiárido brasileiro. 2020.

OLIVEIRA, R. de J. Cultivo de gladiolo em sistema de plantio direto orgânico. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, diz relatório da ONU. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/83427-populacao-mundial-deve-chegar-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu>>. Acessado em: 6 de março de 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Pesquisa revela que 55% dos países não conseguem analisar qualidade do solo. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/audio/2021/12/1772522>>. Acessado em: 22 de abril de 2022.

PEREIRA, A. P. A.; MENDES, L. W.; OLIVEIRA, F. A. S.; ANTUNES, J. E. L.; MELO, V. M. M.; ARAÚJO, A. S. F. Land degradation affects the microbial communities in the Brazilian Caatinga biome. **Catena**, v. 211, 105961, 2021.

RIBEIRO, R.H.; BESEN, M.R.; FIGUEROA, L.V.; BOGO, T.; BRANCALEONI, E.; RONSANI, S.C.; GUGINSKIPIVA, C.A.; PIVA, J.T. Efeito da adubação nitrogenada na cobertura do solo e produção de fitomassa de espécies de inverno. **Varia Scientia Agrárias**, v. 4, n.1, p. 41-53, 2017.

SANTOJA M., FERNANDES C., GAUQUELIN T., BALDY V. Climate change effects on litter decomposition: intensive drought leads to a Strong decrease of litter mixture interactions. **Plant Soil**, 393(1):69-82, 2015.

SANTOS, E. P. D. S. Cobertura vegetal remanescente e atributos químicos em latossolo sob rotação de culturas no semiárido. 2020.

SANTOS, W. P., FIORELLI, E. C., MACHADO, C. B., DE SIQUEIRA, M. G., SANTOS, W. P., VIEIRA, A. S., & BRAVIN, N. P. Atividade microbiana sob o sistema de preparo do solo. **Agricultura em foco**, 2, 2020.

SILVA, T. C. C. B. Efeito da cobertura do solo sobre atributos físicos e microbiológicos. 19f. Monografia (Tecnologia em Agroecologia) – Instituto Federal de Sergipe, Sergipe, 2019

SILVA, MBD., KLIEMANN, HJ., SILVEIRA, PMD., & LANNA, AC. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1755-1761, 2007.

SILVA, T. C.; VIANA, T. V. A.; SOUSA, G. G.; BLUM, S. C.; SOUSA, A. M.; AZEVEDO, B. M. Atributos químicos e atividade microbiológica em Argissolo Vermelho-Amarelo sob diferentes sistemas de manejo com e sem queima em condições de semiárido. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 16, p. 575-588, 2020.

SILVA SALVADOR, K. R., JARDIM, A. M. D. R. F., DO NASCIMENTO, G., JÚNIOR, A., ALVES, C. P., PINHEIRO, A. G., & DA SILVA, T. G. F. Intensificação de sistemas de produção de palma forrageira por meio de consorciação rotativa com gramíneas, leguminosas e oleaginosas: uma revisão. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 14(04), 2322-2343, 2021.

SILVA, C. F. D., PEREIRA, M. G., MIGUEL, D. L., FEITORA, J. C. F., LOSS, A., MENEZES, C. E. G., & SILVA, E. M. R. D. 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**, 36(6), 1680-1689, 2012.

SILVA, H. S., DA SILVA CHAVES, J., DO NASCIMENTO, J. P. S., DE MATOS, S. M., BRITO NETO, A. F., LEITE, J. L., BRITO, W. A. Atividade microbiana no solo em sistema de produção consorciado. **Research, Society and Development**, 10(14), 2021.

SILVEIRA, D., FONTANELI, R., REBESQUINI, R., DALL'AGNOL, E., PANISSON, F., BOMBONATTO, M., CEOLIN, M. Plantas de cobertura de solo de inverno em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária, 2020.

SIQUEIRA, J. V. G. Variedades de palma forrageira irrigadas com efluente de esgoto tratado e com diferentes manejos de corte.

SOUZA, A. P., CARVALHO, D. F., SILVA, L. B. D., GUERRA, J. G. M., COSTA, J. R. Taxas de decomposição de resíduos vegetais submetidos a lâminas de irrigação. **Irriga Botucatu**, v. 19, n. 3, p. 512-526, 2014.

SOUZA, M., VARGAS, M.M.M., VENTURA, B.S., MÜLLER JÚNIOR, V., SOARES, C.R.F.S., KURTZ, C., & LOVATO, P.E. Atividade microbiana em solo com cebola cultivada em sistema plantio direto com plantas de cobertura simples ou consorciadas. **Ciência Rural**, 50, 2020.

SOUZA, E. D., COSTA, S. E. V. G. A., ANGHINONI, I., LIMA, C. V. S., CARVALHO, P. C. F., MARTINS, A. P. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-

pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 79-88, 2010.

SOUZA, M. S., SILVA, T. G. F., SOUZA, L. S. B., JARDIM, A. M. R. F., ARAÚJO JÚNIOR, G. N., ALVES, H. M. N. Practices for the improvement of the agricultural resilience of the forage production in semiarid environment: a review. **Amazonian Journal of Plant Research** 3, 417- 430, 2019.

VENZKE FILHO, S. P., FEIGL, B. J., PICCOLO, M. C., SIQUEIRA NETO, M., CERRI, C. C. Biomassa microbiana do solo em sistema de plantio direto na região de Campos Gerais – Tibagi, PR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 599-610, 2008.

VIEIRA, B. A. R. D. M. Atributos microbianos do solo sob cultivo de cana-de-açúcar com diferentes níveis de palha, doctoral dissertation, instituto agrônômico, 2019.

VIEIRA, F.F., DALLACORT, R., BARBIERI, J.D., DALCHIAVON, F.C., & DANIEL, D.F. Temperatura e umidade do solo em função do uso de cobertura vegetal no cultivo de milho. **Revista Científica**, 48(3), 188-199, 2020.

VIEIRA FILHO, J. E. R. O., VIEIRA, A. C. P., RIGHETTO, A. J., FREITAS, C. O. D., OLIVEIRA, D. V. D., COSTA, E. M., ... & OLIVEIRA, W. M. D. Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira, 2019.

WISNIEWSKI, C., HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 11, p. 1191-1197, 1997.

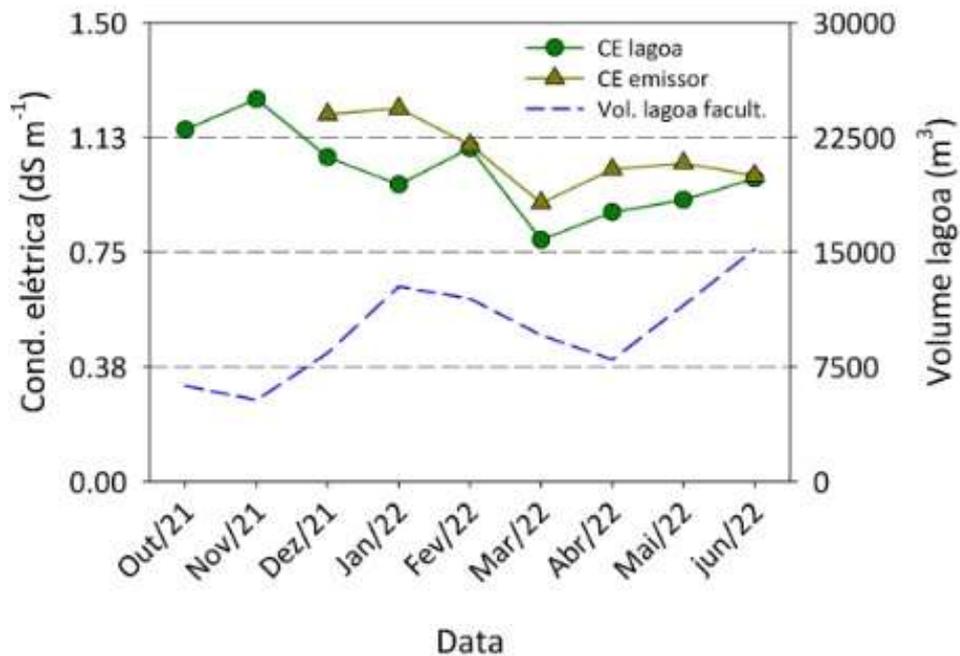
YADAV, R. S., YADAV, B. L., CHHIPA, B. R., DHYANI, S. K., & RAM, M. (2011). Soil biological properties under different tree based traditional agroforestry systems in a semi-arid region of Rajasthan, India. **Agroforestry systems**, 81(3), 195-202.

## ANEXOS

**Tabela 1.** Monitoramento do volume de água residuária na lagoa facultativa da ETE-Parnamirim.

Data	Volume médio (m <sup>3</sup> )	$\Delta_{\text{volume}}$ (m <sup>3</sup> )	n
Out/21	6237,6	-	4
Nov/21	5315,5	-922,08	4
Dez/21	8389,1	3073,60	3
Jan/22	12728,3	4339,20	3
Fev/22	11932,8	-795,52	1
Mar/22	9546,2	-2386,56	1
Abr/22	7955,2	-1591,04	3
Mai/22	11498,8	3543,68	1
Jun/22	15187,2	3688,32	1
Jul/22			
Ago/22			
Set/22			
Out/22			
Nov/22			
Dez/22			

n – número de leituras realizadas no mês de referência



**Figura 1.** Evolução da condutividade elétrica do efluente tratado na lagoa facultativa (ETE-Parnamirim) e na saída do emissor (UR-Parnamirim) e do volume de efluente na lagoa facultativa.

**Tabela 2.** Monitoramento dos parâmetros físico-químicos da **lagoa facultativa**<sup>1</sup> (ETE-Parnamirim).

Parâmetro	Unidade	Out/21	Nov/21	Dez/21	Jan/22	Fev/22	Mar/22	Abr/22	Mai/22	Jun/22
pH <sup>3</sup>	-log 10	6.91	8.95	8.03	8.18	6.97	9.01	6.78	7.08	6.60
CE <sup>2</sup>	mS cm <sup>-1</sup>	1.15	1.25	1.06	0.97	1.09	0.79	0.88	0.92	0.99
SDT <sup>4</sup>	ppm	756	822	699	637	713	528	590	613	653
Salinidade	ppm	535	592	495	451	504	371	413	429	454
Cloro Residual	mg de Cl <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>									
Dureza Total	mg de CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>									
Cálcio	mg L <sup>-1</sup>									
Magnésio	mg L <sup>-1</sup>									
Sódio	mg L <sup>-1</sup>									
Potássio	mg L <sup>-1</sup>									
Nitrogênio total	mg L <sup>-1</sup>									
Fósforo total	mg L <sup>-1</sup>									
DQO <sup>5</sup>	mg de O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>									
DBO <sup>6</sup>	mg de O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>									
O <sub>2</sub> Dissolvido	%									
Ovos de Helmintos	Ovos/L									
Colif. Totais	NMP/100mL									
Colif. Termotolerantes	NMP/100mL									

<sup>1</sup>Coleta do efluente realizada nas proximidades do tubo de verteeção; <sup>2</sup>Potencial hidrogeniônico; <sup>3</sup>Condutividade elétrica; <sup>4</sup>Sólidos dissolvidos totais; <sup>5</sup>Demanda química de oxigênio e <sup>6</sup>Demanda bioquímica de oxigênio.

**ASSINATURA DO ORIENTADOR**

---

Aluno: Danilo José de Barros

---

Orientador: Mario de Andrade Lira Junior

Recife, 20 de agosto de 2022