



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS - CAMPUS IX**

PATRICIA DA SILVA LOPES

**EMISSÃO DE C-CO₂ EM ÁREAS SOB DIFERENTES USOS DO SOLO
NO MUNICÍPIO DE BARREIRAS OESTE DA BAHIA**

BARREIRAS-BA

2023

PATRICIA DA SILVA LOPES

**EMISSÃO DE C-CO₂ EM ÁREAS SOB DIFERENTES USOS DO SOLO
NA REGIÃO DE BARREIRAS NO OESTE DA BAHIA**

Monografia apresentada ao Colegiado de Engenharia Agrônômica da Universidade do Estado da Bahia - UNEB - Campus IX, como requisito parcial para avaliação do Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Adilson Alves Costa.

BARREIRAS-BA

2023

FICHA CATALOGRÁFICA
Sistema de Bibliotecas da UNEB

L864e

Lopes , Patricia da Silva

Emissão de C-CO2 em áreas sob diferentes usos do solo no município de Barreiras, oeste da Bahia. / Patricia da Silva Lopes : - Barreiras, 2023.

38 fls : il.

Orientador(a): Prof.Dr. Adilson Alves Costa.

Inclui Referências

TCC (Graduação - Engenharia Agrônômica) - Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Humanas. Campus IX. 2023.

1.Carbono. 2.Manejo do solo . 3.Quantificação microbiana .

CDD: 633

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**EMISSÃO DE C-CO₂ EM ÁREAS SOB DIFERENTES USOS DO SOLO
NO MUNICÍPIO DE BARREIRAS OESTE DA BAHIA**

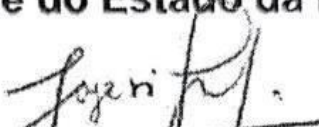
AUTORA: PATRICIA DA SILVA LOPES

Banca Examinadora:



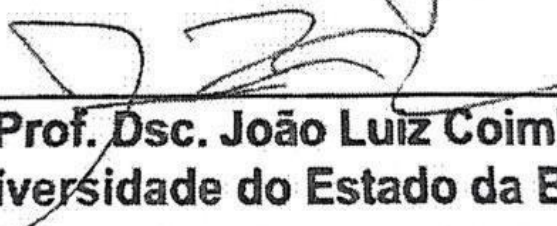
Prof. Dsc. Adilson Alves Costa (orientador)

Universidade do Estado da Bahia



Prof. Dsc. Jorge da Silva Junior

Universidade do Estado da Bahia



Prof. Dsc. João Luiz Coimbra
Universidade do Estado da Bahia

Barreiras-BA

2023

“E melhor você tentar algo, vê-lo não funcionar e aprender com isso, do que não fazer nada.”

(Mark Zuckerberg)

AGRADECIMENTOS

Deixo aqui toda minha gratidão ao nosso senhor Deus pai por todas as oportunidades e vitórias que me foram concedidas, por abençoar todas as pessoas que colocou em meu caminho, com sabedoria, paciência e companheirismo que serviram de inspiração e força em minha jornada.

A minha mãe Luzilene Silva, por sempre me incentivar e acreditar que posso ser capaz de grandes feitos, por lutar pelo meu aprendizado. Gratidão minha rainha por ser a mãe parceira e amorosa que criou seus filhos sozinha e sempre buscou mostrar que a educação é o caminho para se realizar nossos sonhos e conquistar nossos objetivos.

A minha filha Emanoela Andrade, meu ponto de partida em busca de aprendizado, de melhores condições de vida. Por toda paciência durante os dias e noites sem ter a devida atenção, por toda ajuda mesmo que inconscientemente, obrigado Deus pela honra de ter uma parceira para todas as horas. Ao meu companheiro, parceiro e incentivador que está ao meu lado sempre apoiando e encorajando, Ivanildo Andrade.

Em especial à Universidade do Estado da Bahia Campus-IX, pela oportunidade de cursar nível superior em uma Universidade Pública e pelas condições de concluir este trabalho.

Gratidão ao meu orientador prof. Dr. Adilson Alves Costa pela orientação, paciência, entusiasmo, por sempre compreender minhas dificuldades e procurar mostrar o caminho a seguir. Obrigado por ser o mestre que precisamos na busca por conhecimento nesses anos de graduação, sempre incansável e disposto a dar seu melhor, que Deus te abençoe muitíssimo todos os dias.

Aos meus parceiros queridos de graduação -Thais dos Santos, Vitória Oliveira, Ingrid Lais, Isabella Macêdo e Gabriel Amorim por fazerem parte desta caminhada-obrigada de coração.

A minhas companheiras de trabalho e pesquisa Lourrany Rocha, Naiany Matos, Raiane Souza, por fazerem parte de todas as etapas da pesquisa e estarem sempre prontas para ajudar quando solicitadas, eu nada faria sem suas contribuições.

A todos que de alguma forma contribuíram para que fosse possível realizar e concluir esse trabalho.

RESUMO

A mudança do uso do solo altera significativamente os seus atributos, entre esses destaca-se os atribuídos biológicos fazendo com que ocorra modificações na dinâmica da emissão de gases do efeito estufa, como exemplo a emissão de carbono na forma de C-CO₂. O trabalho teve como objetivo avaliar as modificações na emissão de C-CO₂, através da respiração edáfica e da temperatura em solos sob diferentes usos no município de Barreiras Oeste da Bahia. A pesquisa foi realizada no município de Barreiras-BA, no campo experimental da Universidade do Estado da Bahia- CAMPUS IX, Oeste da Bahia. Foram estudadas quatro áreas com diferentes usos do solo: área sob plantio de Mandioca, área sob plantio Pinhão, área sob plantio de Tomate e área sob Vegetação Nativa cerrado *sensu stricto*. As variáveis analisadas foram: determinação da emissão de CO₂, determinação da temperatura do solo e contagem microbiana pelo método de semeadura em superfície. Os resultados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para avaliação da interação entre emissão de C-CO₂ e temperatura do solo considerou um esquema fatorial de 4x8, sendo quatro áreas com diferentes usos do solo e oito meses de avaliações. A quantificação das colônias de fungos e bactérias que se formaram foi realizada a olho nu. A área com Pinhão manso destacou-se por ser a que emitiu menos CO₂ entre as áreas avaliadas. As menores temperaturas foram registradas para áreas de Pinhão manso e Cerrado nativo. O mês de outubro teve as maiores temperaturas quando comparado aos demais meses avaliados.

Palavras chave: Carbono, Manejo do solo, Quantificação microbiana.

ABSTRACT

The change in land use significantly alters its attributes, among which the biological attributes stand out, causing changes in the dynamics of greenhouse gas emissions, such as carbon emissions in the form of C-CO₂. The objective of this work was to evaluate changes in C-CO₂ emission, through edaphic respiration and temperature in soils under different uses in the municipality of Barreiras Oeste da Bahia. The research was carried out in the municipality of Barreiras-BA, in the experimental field of the State University of Bahia - CAMPUS IX, West Bahia. Four areas with different land uses were studied: area under Cassava planting, area under Pinhão planting, area under Tomato planting and area under Native Vegetation Cerrado sensu stricto. The analyzed variables were: determination of CO₂ emission, determination of soil temperature and microbial count by surface seeding method. The results were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey's test at 5% probability. For the evaluation of the interaction between C-CO₂ emission and soil temperature, a 4x8 factorial scheme was considered, with four areas with different soil uses and eight months of evaluations. The quantification of colonies of fungi and bacteria that formed was performed with the naked eye. The area with Jatropha tree stood out for being the one that emitted less CO₂ among the evaluated areas. The lowest temperatures were registered for areas of Jatropha and native Cerrado. The month of October had the highest temperatures when compared to the other months evaluated.

Keywords: Carbon, Soil management, Microbial quantification.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa de localização do campo experimental da Universidade do Estado da Bahia- Campus IX, Barreiras-BA..... 16
- Figura 2-** Precipitação pluvial e temperatura média mensal do município de Barreiras, área de estudo, no período de outubro 2022 a maio de 2023..... 17
- Figura 3-** Áreas utilizadas no experimento: área com mandioca (Figura A), Pinhão manso (Figura B), área com tomate (Figura C) e área de Cerrado Nativo (Figura D), Barreiras/BA, 2023 18
- Figura 4-** Potes de vidros contendo 10mL de KOH, baldes/campânula para impedir a passagem do ar atmosférico para a solução nos potes, Barreiras/BA, 2023 19
- Figura 5-** Viragem 1 e 2 na titulação com HCL, Laboratório de Química e Física dos solos na UNEB, Barreiras/BA, 202320
- Figura 6-** Geotermômetro posicionado para medir a temperatura do solo Barreiras/BA, 202321
- Figura 7-** Contagem microbiana pelo método de semeadura em superfície, Laboratório de microbiologia dos solos na UNEB, Barreiras/BA, 2023 22
- Figura 8-** Valores referentes a emissão de C-CO₂ (A) e temperatura do solo, Ts (B) em áreas sob diferentes usos do solo no Cerrado da Bahia 24
- Figura 9-** Valores referentes a emissão de C-CO₂ (A) e temperatura do solo, Ts (B) no período de outubro/2022 a maio/2023 no Cerrado da Bahia 25
- Figura 10.** Emissão de C-CO₂ dos diferentes usos do solo nos períodos de outubro/2022 a maio/2023. As médias seguidas por letras iguais minúsculas para os períodos e maiúsculas do uso do solo dentro do mesmo período não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade 26
- Figura 11.** Temperatura do solo, Ts, dos diferentes usos do solo nos períodos de outubro/2022 a maio/2023. As médias seguidas por letras iguais minúsculas para os períodos e maiúsculas do uso do solo dentro do mesmo período não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade28
- Figura 12.** Relação entre temperatura do solo, Ts, e emissão de C-CO₂ em áreas de mandioca (A), pinhão (B), tomate (C) e cerrado nativo (D).....30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Valores da fertilidade do solo observada nas áreas sob diferentes usos do solo nas profundidades de 0-20 cm na área experimental. .. 18

Tabela 2- Unidades formadoras de colônias por grama (UFC.g⁻¹) em áreas de mandioca, pinhão, tomate e cerrado nativo31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 USO DO SOLO.....	14
2.2 ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DO SOLO.....	14
2.3 ATRIBUTOS BIOLÓGICOS NA QUANTIFICAÇÃO DA MICROBIOTA E NA EMISSÃO DE CO ₂ DO SOLO.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	16
3.2 HISTÓRICO DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	17
3.3 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	18
3.4 VARIÁVEIS ANALISADAS.....	19
3.4.1 DETERMINAÇÃO DA EMISSÃO DE C-CO ₂	19
3.4.2 DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA.....	20
3.4.3 CONTAGEM MICROBIANA PELO MÉTODO DE SEMEADURA EM SUPERFÍCIE.....	21
3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1 EMISSÃO DE CO ₂ E TEMPERATURA EM ÁREAS SOB DIFERENTES USOS DO SOLO.....	23
4.2 CONTAGEM MICROBIANA PELO MÉTODO DE SEMEADURA EM SUPERFÍCIE.....	30
5 CONCLUSÕES.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

A mudança do uso da terra altera significativamente os atributos do solo, dentre estes destaca-se o impacto na diversidade microbiana e conseqüentemente na sustentabilidade agrícola (SANTANA et al., 2019; ANDRADE, 2022).

De acordo com o uso adotado é possível determinar o comportamento microbiano através da emissão de gases de efeito estufa (GEE) como por exemplo, a liberação do carbono na forma de CO₂ que é influenciado diretamente pela temperatura ou umidade do solo.

Moitinho et al. (2021) demonstraram em estudo realizado sob diferentes sistemas de manejo na produção de cana, onde foi possível observar que a temperatura e umidade estavam entre os principais atributos utilizados para contabilizar a emissão de C-CO₂.

Siqueira Neto et al. (2011) reforçam essa informação ao comparar as emissões de CO₂ em áreas de vegetação nativa, braquiárias, cerradão e semeadura convencional, embora não tenham encontrado diferença significativa entre as áreas estudadas.

Durante a avaliação, no período quente e úmido foi observado o aumento significativo de 14 vezes mais que os valores observados no período com baixa umidade do solo em todas as áreas. Isso pode ser explicado devido ao aumento da atividade microbiana quando se encontra em situação ótima para seu desenvolvimento.

A emissão de gases do efeito estufa tem aumentado de forma significativa no Brasil e as alterações provocadas de acordo com o uso do solo, contribuem para que esse percentual aumente ainda mais em regiões como o Cerrado do Oeste da Bahia (SILVA, 2015).

Medeiros et al. (2021) salientam a importância de se buscar estabilidade entre a emissão e captura do CO₂ do solo devido as mudanças no manejo da terra para que se encontre um equilíbrio no ecossistema.

Assim sendo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as modificações na emissão de C-CO₂ através da respiração edáfica e da temperatura nos solos sob diferentes usos no município de Barreiras Oeste da Bahia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Uso do Solo

O manejo adotado em cada uso do solo pode influenciar as reações físicas por ele sofridas, por provocar mudanças na estrutura, alterações na porosidade, estabilidade dos agregados, na densidade, retenção e armazenamento de água. Bem como influenciar as funções dos microrganismos que realizam os processos químicos, físicos e biológicos que se passam no solo (TAVARES FILHO; TESSIER, 2009).

As emissões de gases do efeito estufa ocorrem de diversas formas como em queimadas de novas áreas agrícolas, uso discriminado de combustíveis fósseis, cultivo convencional (aração e gradagem), que deixam o solo exposto as alterações biológicas (BAYER et al., 2016).

Signor et al. (2018) ressaltam a importância de se realizar mudanças no manejo do solo de modo que estas proporcionem melhorias a sua estrutura no intuito de mudar a qualidade dos atributos do solo favorecendo o sequestro de carbono na forma de CO₂.

Em trabalho realizado para medir a respiração edáfica em diferentes ambientes, foi observado que os altos valores na emissão de CO₂ se correlaciona ao período chuvoso onde temperatura e umidade se relacionam favorecendo o crescimento da taxa de respiração microbiana nos diferentes usos do solo (MIRANDA, 2018).

Filizola et al (2022) destacam ainda que para uma boa retenção de CO₂ ao solo são necessárias práticas que forneçam maiores quantidades de biomassa, realizar o mínimo de revolvimento da estrutura do solo, além de proporcionar condições a manutenção do solo e da água.

2.2 Atributos biológicos do solo

A qualidade do solo pode ser determinada mediante análise dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, mas é na parte viva da matéria orgânica do solo que se encontram os indicadores biológicos, estes que por sua vez são mais sensíveis

e trazem informações mais rápidas sobre as alterações sofridas pelo solo (STOCKER et al., 2021).

Andrade (2022) durante avaliação da respiração basal do solo em diferentes sistemas, observou que as maiores emissões de CO₂ resultaram do sistema de plantio orgânico em todos os meses avaliados, onde possivelmente a atividade microbiana tenha se elevado devido tempo de implantação do sistema ou até mesmo da grande quantidade de resíduos orgânicos disponíveis na área.

Segundo Jacobsen e Hjelmsø (2014), o equilíbrio ecológico da microbiota do solo é influenciável de maneira significativa pela cultura inserida pelo uso do solo, bem como por fatores climáticos como oscilação de temperatura e umidade. As camadas superficiais do solo são mais afetadas pela ação dos microrganismos bioindicadores que constituem a parte viva e ativa da matéria orgânica (ALVARENGA et al. 1999).

Os microrganismos que formam a microbiota do solo realizam importante função na manutenção do ecossistema são sensíveis as mudanças que ocorrem no ambiente em que estão inseridos e justamente por essa característica são considerados indicadores importantes da qualidade do solo, o que torna as avaliações biológicas do solo essenciais devido a rápida obtenção de respostas quando comparado aos atributos químicos e físicos do solo (BESEN et al., 2018).

2.3 Atributos biológicos na quantificação da microbiota e na emissão de CO₂ do solo

Com a crescente preocupação em aumentar as áreas de produção agrícola cresce também a preocupação para que essas mudanças não afetem ainda mais a emissão dos (GEE's) devido as mudanças provocadas a microbiota do solo (OLIVEIRA et al, 2019). A produção de CO₂ na superfície do solo ocorre principalmente pela atividade dos microrganismos na decomposição aeróbica da matéria orgânica e da respiração do sistema radicular das plantas, a qual é designada respiração do solo. Em casos de solos que não possuem cobertura vegetal a produção de CO₂ em seu interior é totalmente associada à atividade microbiana (DIAS, 2015; MONTEIRO, 2018).

Solos tropicais com umidade e temperatura elevadas, proporcionam condições propícias para a produção e emissão de CO₂, provocando o favorecimento da decomposição da matéria orgânica, a respiração das raízes e a respiração

microbiana. Desse modo, a relação entre as adições de C fotossintetizado pela planta, advindo da parte aérea e raízes, juntamente com as perdas de C para a atmosfera por processo de oxidação microbiana, está ligada diretamente ao balanço de C no solo (DIAS, 2015).

O CO₂ emitido pelos solos agrícolas é derivado de relações entre o clima e as características físicas, químicas e biológicas do solo (SILVA, 2016 apud LAL, 2009; PANOSSO et al., 2011). Essas características interagem com outros atributos aos quais dentre as particularidades físicas, destacam-se: densidade do solo, textura, porosidade livre da água (tendo impacto direto no transporte gasoso no solo), preenchimento de água nos poros e oxigenação, além de temperatura e umidade do solo. Deste modo, alterações nestes atributos visam refletir diretamente nas emissões de CO₂ do solo, tendo em vista que os atributos físicos do solo são importantes fatores controladores das emissões de CO₂ (SOUZA, 2022).

Considerando que a fração microporos auxilia para a retenção de gases, vapores ou materiais em solução na superfície de corpos sólidos devido adesão molecular esta capacidade de adesão é um fator que pode dificultar as trocas gasosas do sistema solo-atmosfera, assim, reduzindo as emissões de CO₂ (CANTERAL, 2020). No entanto, a interação entre esse espaço poroso e a questão de umidade do solo, faz controle sobre o mecanismo de emissão de CO₂ do solo para a atmosfera envolvendo o processo de difusão do CO₂ (SILVA, 2021).

A intensidade de carbono emitido na forma de CO₂, também sofre alteração devido às condições climáticas, pois estas, atuam diretamente sobre a temperatura e a umidade do solo promovendo efeito sobre a atividade microbiana e as raízes. Vale ressaltar que os fatores ambientais também são determinantes, pois estão associados ao manejo do solo (preparo, ausência ou presença de cobertura vegetal) até mesmo com suas características texturais.

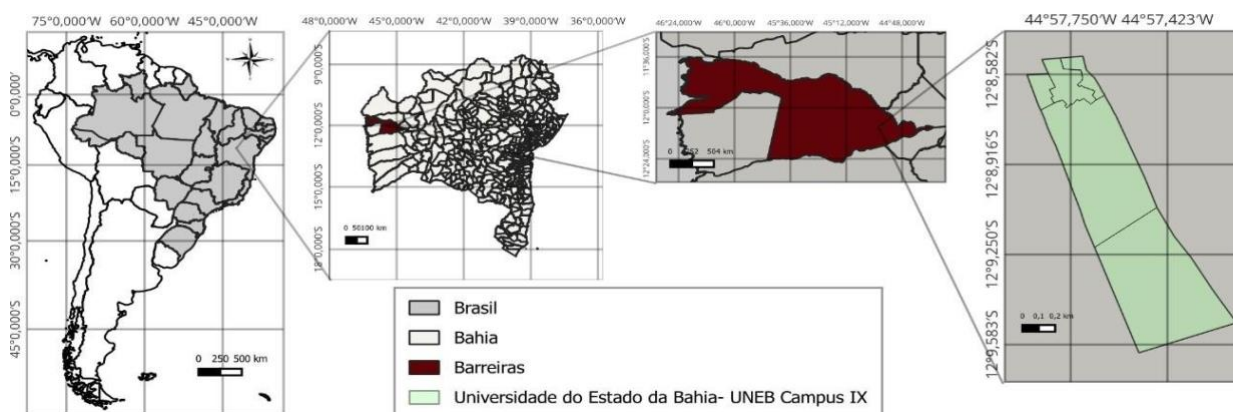
Portanto, há fatores que contribuem para a emissão de CO₂ no solo, sendo que sua emissão a partir do solo é o segundo maior componente do ciclo global do carbono importante na variação climática (SILVA, 2015).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e Caracterização das Áreas de estudo

A pesquisa foi conduzida na área experimental da Universidade do Estado da Bahia, UNEB, campus IX, no município de Barreiras, Oeste da Bahia, entre as coordenadas 12° 8' 54" de latitude Sul e 44° 59' 33" de longitude Oeste, com altitude média de 454 m (Figura 1).

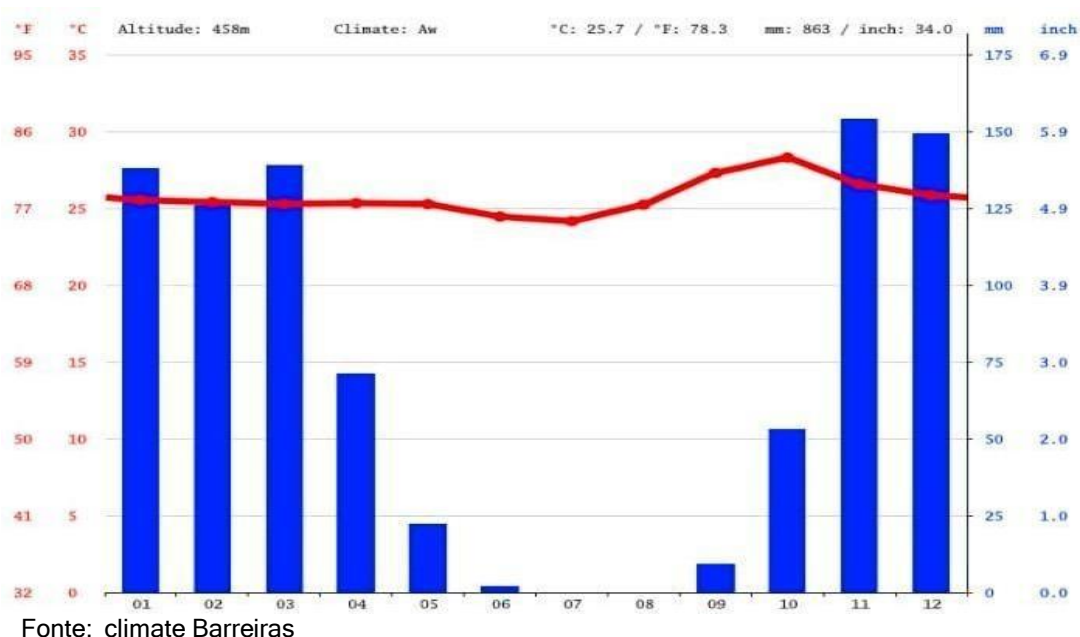
Figura 1. Mapa de localização do campo experimental da Universidade do Estado da Bahia- Campus IX, Barreiras-BA.



Fonte: Lourrany de Lacerda Rocha

A precipitação pluvial anual média da região é superior a 863 mm, com clima do tipo Aw, quente e seco, segundo Koppen e Geiger, com período chuvoso entre outubro a março, com temperatura média de 21^o a 27,2^o C. Os valores médios da precipitação pluvial e temperatura para o ano agrícola 2022/2023, época da realização do trabalho, são apresentados na Figura 2. O solo foi classificado como Cambissolo Háplico (EMBRAPA,2018).

Figura 2. Precipitação pluvial e temperatura média mensal do município de Barreiras, área de estudo, no período de outubro 2022 a maio de 2023.



3.2 Histórico das Áreas de estudo

Foram estudadas quatro áreas com diferentes usos do solo: área sob plantio de mandioca, área sob plantio Pinhão, área sob plantio de tomate e área de Cerrado nativo *sensu stricto* Figura 3.

Área sob plantio de mandioca Figura 3 A: Área cultivada com feijão guandu, seguido de período em pousio. Na sequência houve preparo do solo com aração, gradagem e correção nutricional para receber cultura da mandioca, durante os meses de avaliação houve presença significativa de plantas daninhas na área cultivada, no último mês da coleta a área passou por capina manual deixando o solo coberto por palhada.

Área sob plantio de pinhão Figura 3 B Vegetação formada com plantas de pinhão manso e Nim indiano desde 2008. Acúmulo de grande quantidade de matéria orgânica na área.

Área sob plantio de tomate Figura 3 C: Área sem histórico de usos anteriores a implantação da cultura do tomate por duas safras intercaladas entre pousio de seis meses. O solo passou por aração e gradagem antes do plantio.

Área sob Cerrado nativo sensu stricto Figura 3 D: Vegetação nativa de cerrado,

sem histórico sob qualquer exploração ou interferência humana, porém com características de degradação.

Figura 03- Áreas utilizadas no experimento: área com Mandioca (Figura A), Pinhão manso (Figura B), área com Tomate (Figura C) e área de Cerrado nativo (Figura D) - Barreiras/BA, 2023.



Fonte: Autoria própria

3.3 Caracterização Química das áreas de estudo

Em cada área de estudo foram coletadas amostras deformadas na profundidade de 0-20 cm, com auxílio de um trado, as quais foram destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de malha para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA).

As amostragens foram consideradas representativas em função da homogeneidade das áreas. Após o preparo das amostras deformadas (TFSA), foi realizada a caracterização química e análise granulométrica (EMBRAPA, 2017), conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Valores da fertilidade do solo observada nas áreas sob diferentes usos do solo nas profundidades de 0-20 cm na área experimental.

Uso do solo	Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	Ca	Mg	K	Na	H+Al	Al	P
			-----cmol _c dm ⁻³ -----						
MA	0-20	6,83	2,25	1,51	0,47	0,23	1,74	0,00	6,41
PI		7,04	1,7	1,22	0,35	0,23	1,83	0,00	3,71
TO		6,42	3,3	1,26	0,41	0,25	1,98	0,00	4,89
CN		5,96	4,7	1,42	0,54	0,45	1,41	0,00	5,01

MA= área sob cultivo de mandioca; PI= área sob cultivo de pinhão manso; TO= área sob cultivo de tomate; CN= área sob vegetação nativa.

3.4 Variáveis analisadas

3.4.1 Determinação da emissão de C-CO₂

A produção de CO₂ foi medida através da respiração do solo, as variáveis foram determinadas num período de oito meses (de outubro 2022 a maio de 2023), no decorrer de 24 horas de cada mês, já em campo três câmaras estáticas foram dispostas aleatoriamente em cada área (IVO e SALCEDO, 2012). Para realizar as análises foram utilizados frascos de vidro com capacidade de 500 mL contendo 10 mL da solução de KOH 0,5 N em duplicata e controle, ambos vedados hermeticamente, colocados em campo sobre suportes de plástico, cobertos com câmara estática com capacidade para 29 L Figura 4.

Figura 4- Potes de vidros contendo 10mL de KOH Figura 4 A, baldes/campânula Figura 4 B utilizado para impedir a passagem do ar atmosférico para a solução nos potes, Barreiras/BA, 2023.



Fonte: Autoria própria

A solução alcalina contida nos potes absorve o CO₂ liberado do solo coberto pela campânula, ao completar 24 horas tanto a prova em branco quanto as amostras foram tituladas com solução padronizada de ácido clorídrico (HCL 0,1 N), para primeira viragem (Figura 5 A) utilizou-se 3 gotas da solução indicadora fenolftaleína onde pode se observar o ponto de viragem saindo da cor rosa para cristalina, e a segunda viragem (Figura 5 B) com o indicador alaranjado de metila a 1% passando da cor alaranjada para rubro, como indicado por Morita e Assumpção (1972).

A somatória do CO₂ em (mg m⁻² h⁻¹) foi calculada empregando a seguinte expressão matemática:

$$CO_2 \text{ (mg. m}^{-2}.h^{-1}) = \frac{(VA-VB) \times M_{HCL} \times Eq_{CO_2} \times 10^4 \times 4}{A \times T \times 3}$$

Onde:

VB= corresponde ao volume de HCL utilizado para titular a solução controle.

VA= volume gasto para titular as amostras;

NHCL= normalidade precisa de HCL;

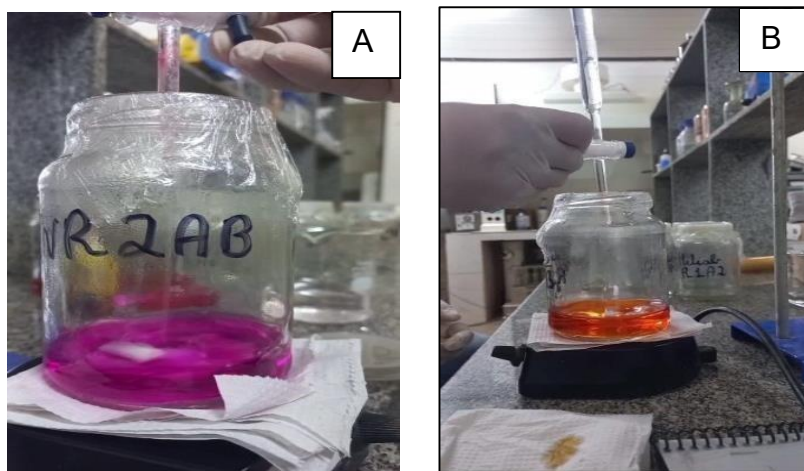
Eq CO₂ = se iguala a grama CO₂;

A= área de circunferência da campanula;

T= tempo de captura do CO₂ em horas;

4/3= fator de correção do efluxo de CO₂ no solo subestimado em 25% pelo método químico.

Figura 5- Viragem A e B na titulação com HCL, Laboratório de Química e Física dos solos na UNEB, Barreiras/BA, 2023.



Fonte: Autoria própria.

3.4.2 Determinação da temperatura

A temperatura do solo (Figura 6) foi determinada na profundidade de 5 cm utilizando se geotermômetro digital Embrapa (2018).

Figura 6- Geotermômetro posicionado para medir a temperatura do solo Barreiras/BA, 2023.



Fonte: Autoria própria

3.4.3 Contagem microbiana pelo método de semeadura em superfície

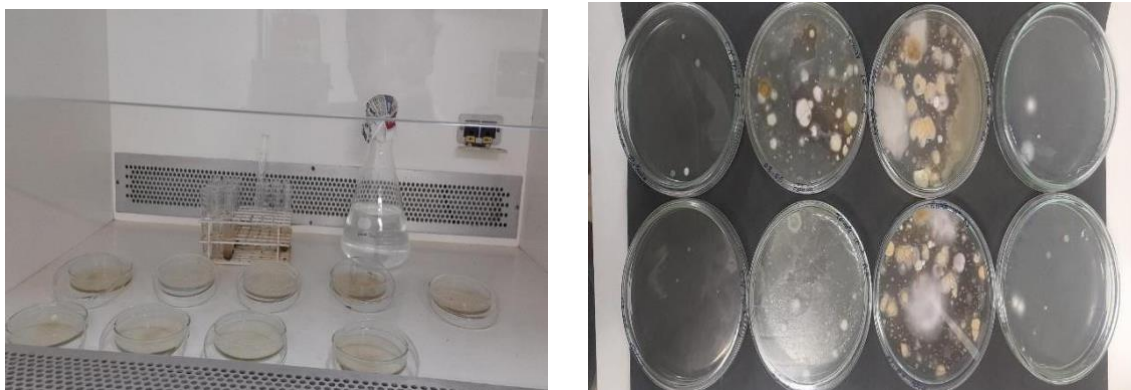
Em campo foram coletadas cinco amostras simples de solo aleatoriamente com cerca de 100 g em cada área de estudo, armazenadas em sacos plásticos e encaminhadas ao laboratório de microbiologia do solo na Universidade do Estado da Bahia-CAMPUS IX, as amostras foram homogeneizadas formando uma amostra composta e em seguida foi realizada a limpeza e retirada de restos vegetais com uso de peneira número 10.

Foi pesado 1 g da amostra de solo de cada área, em seguida transferido para tubo contendo 9 ml de solução salina, esterilizada já preparado dentro da capela de fluxo laminar, a solução foi misturada com auxílio de agitador, em seguida foi preparado diluições em duplicata nas sequencias de 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} , (cada diluição teve acrescentada 0,1 mL da suspensão de solo).

Com os tubos da diluição 10^{-3} bem homogeneizado foi coletado 1mL do inóculo e depositado nas placas de Petri com meio de cultura BDA (10%) devidamente identificadas (com data, meio de cultivo, tratamento, repetição e responsável) contendo uma gota de antibiótico, espalhou-se a suspensão de solo sobre o meio de cultura com auxílio da alça de Drigalski devidamente esterilizada por flambagem, introduzindo a mesma em álcool etílico (95 ou 96º GL) movendo-a rapidamente sobre a chama da lamparina, repetindo o processo em todas as placas.

As placas foram mantidas incubadas por 72 horas em estufa com temperatura de 25° C, após esse período as colônias de fungos e bactérias que se formaram foram contabilizadas a olho nu, como indicado por Dionísio et al, (2016).

Figura 7- Contagem microbiana pelo método de semeadura em superfície, Laboratório de microbiologia dos solos na UNEB, Barreiras/BA, 2023.



Fonte: Autoria própria

3.5 Delineamento experimental e análise estatística

Para análise dos dados foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com três pseudo repetições. Os resultados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para avaliação da interação entre emissão de C-CO₂ e temperatura do solo considerou um esquema fatorial de 4x8, sendo quatro áreas com diferentes usos do solo e oito meses de avaliações. Também foi realizada relação entre as variáveis. Para análise utilizou-se o programa estatístico SISVAR versão 5.6 e para os gráficos utilizou-se o SIGMAPLOT versão 10.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Emissão de CO₂, e temperatura em áreas sob diferentes usos do solo

Ao comparar a emissão de CO₂ (Figura 8 A) nos diferentes usos do solo durante mesmo período para ambas as áreas se percebe que não houve diferença significativa para áreas do tomate, mandioca e cerrado nativo com altas taxas de CO₂ emitido. No entanto, esses usos do solo diferiram em relação a área com Pinhão manso que apresentou a menor taxa de CO₂ emitido quando comparado as demais áreas avaliadas.

Dias (2015) ressalta a importância do fator climático ao salientar que a temperatura e umidade dos solos estando elevadas propiciam condições favoráveis a produção e emissão de CO₂ para a atmosfera, por fornecer melhores condições para o processo de decomposição da matéria orgânica, da respiração do sistema radicular e atividade microbiana.

As precipitações ocorridas no período de avaliação pode ter sido um ponto relevante para explicar as altas taxas de emissão de CO₂ observada nos usos do solo Mandioca, Tomate e Cerrado Nativo, uma vez que o clima da região durante o período de avaliação apresentava-se com umidade do solo e temperaturas ideais a decomposição acelerada da matéria orgânica do solo pela atividade microbiana (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006; LAL, 2009).

Em relação ao Pinhão manso, apesar do mesmo apresentar algumas características que se assemelham ao Cerrado Nativo, como, boa disponibilidade de matéria orgânica, e o não revolvimento do solo, o fato de ser consorciado com o Nim indiano que tem em sua composição um princípio ativo chamado Azadiractina, essa substância tem potencial antimicrobiano e inseticida. Onde segundo Chagas (2008) possivelmente essa seja a explicação para redução da atividade microbiana da área de Pinhão vindo a reduzir a emissão de CO₂.

A temperatura (Figura 8 B a seguir) das áreas da mandioca e tomate não diferiram entre si, no entanto apresentavam-se mais altas que a temperatura observada em mesmo período para o pinhão e cerrado nativo.

O revolvimento do solo ocasionado pela capina periódicas durante o desenvolvimento das culturas do tomate e mandioca facilitam a penetração dos raios solares aumentando a temperatura do solo (FERREIRA et al., 2017). Dados obtidos por Pereira (2018) afirmam que as maiores temperaturas registradas ocorreram em sistemas de monocultura de soja quando comparadas a cultivo em consorcio logo após a colheita da soja, quando o solo encontrava se exposto e com acelerada decomposição dos resíduos culturais.

Diante do exposto é essencial destacar que fatores como a temperatura influenciam a biota do solo modificando sua atividade e população.

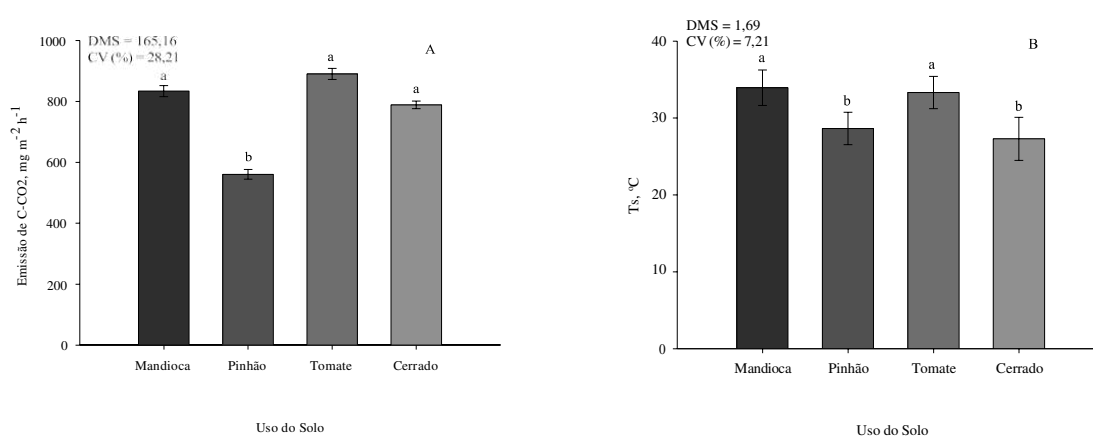


Figura 8. Valores referentes a emissão de C-CO₂ (A) e temperatura do solo, Ts (B) em áreas sob diferentes usos do solo no Cerrado da Bahia.

Os valores referentes a emissão de CO₂ ao longo dos meses avaliados aumentaram gradativamente não diferindo entre si de novembro a fevereiro, com destaque para maiores valores observados nos meses de março e abril, com destaque para maio com a maior quantidade de CO₂ emitido (Figura 9 A). Uma possível explicação pode ser o crescimento e senescência das plantas daninhas nas áreas avaliadas resultando no acúmulo de resíduos orgânicos, influenciando o desenvolvimento da microbiota presente na rizosfera local (LOPES, 2019; SILVA, 2020).

Em um estudo realizado por Novak et al (2022) observaram que o crescimento da emissão de CO₂ emitido podem indicar a presença de atividade microbiana no solo em alta quantidade e que a mesma acelera o processo de decomposição dos resíduos orgânicos inseridos no solo, levando a liberação de nutrientes para as plantas, podendo ocasionar perdas de carbono a longo prazo.

A temperatura do solo (Figura 9 B) oscilou em todos os meses avaliados com destaque para o mês de outubro, essa diferença pode ser explicado pela transição entre período seco e úmido (início do inverno), período em que os solos encontram-se expostos em grande maioria ao contato direto dos raios solares sem a proteção natural da cobertura vegetal, que pode por exemplo favorecer a manutenção da umidade e consequentemente do microclima levando a conservação do ecossistema local (KINTSCHEV, 2021).

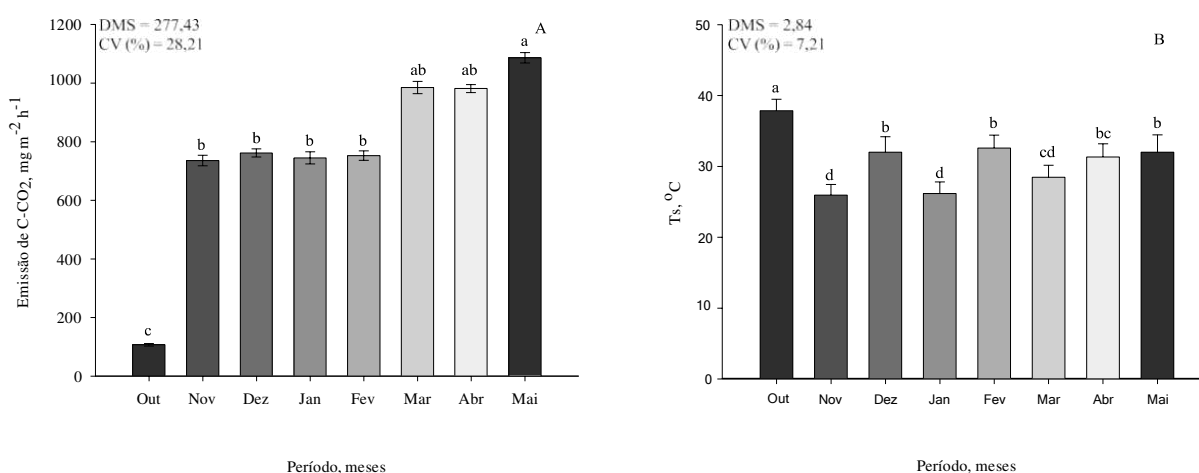


Figura 9. Valores referentes a emissão de C-CO₂ (A) e temperatura do solo, Ts (B) no período de outubro/2022 a maio/2023 no Cerrado da Bahia.

É possível verificar na (Figura 10 a seguir) que a respiração edáfica entre os períodos difere entre si em todos os meses avaliados nas áreas de Mandioca, Pinhão manso, Tomate e Cerrado Nativo, essa variação pode acontecer devido os diferentes usos do solo ao sofrer as influências do clima como a temperatura.

Sundarapandian; Kirthina (2011) salientam que a respiração do solo sofre influência de diversos aspectos como: estrutura, composição da vegetação, características químicas-físicas, biomassa microbiana e densidade do solo, ao impulsionar a atividade microbiana mediante desprendimento dos gases retidos no solo provocando variações na respiração edáfica ao longo do tempo e de acordo ao manejo do solo aplicado.

Avaliando a interação entre período e uso do solo verifica-se que o mês de outubro foi o período com menor respiração edáfica entre os valores obtidos para os

meses, dentro desse período as emissões de CO₂ de cada área não diferiram entre si. As áreas com mandioca, tomate e cerrado nativo nos meses de dezembro e abril obtiveram semelhança de CO₂ liberado do solo, entre as áreas de cada período individualmente, estando também entre os períodos que menos emitiram CO₂.

As maiores quantidades de carbono liberado na forma de CO₂ resultaram das diferentes áreas (Cerrado Nativo, Mandioca e Tomate) em diferentes períodos. Araújo et al, (2007), destacam que a presença de altos teores de matéria orgânica em decomposição intensificam a respiração do solo, consequentemente leva a produções mais elevadas de CO₂.

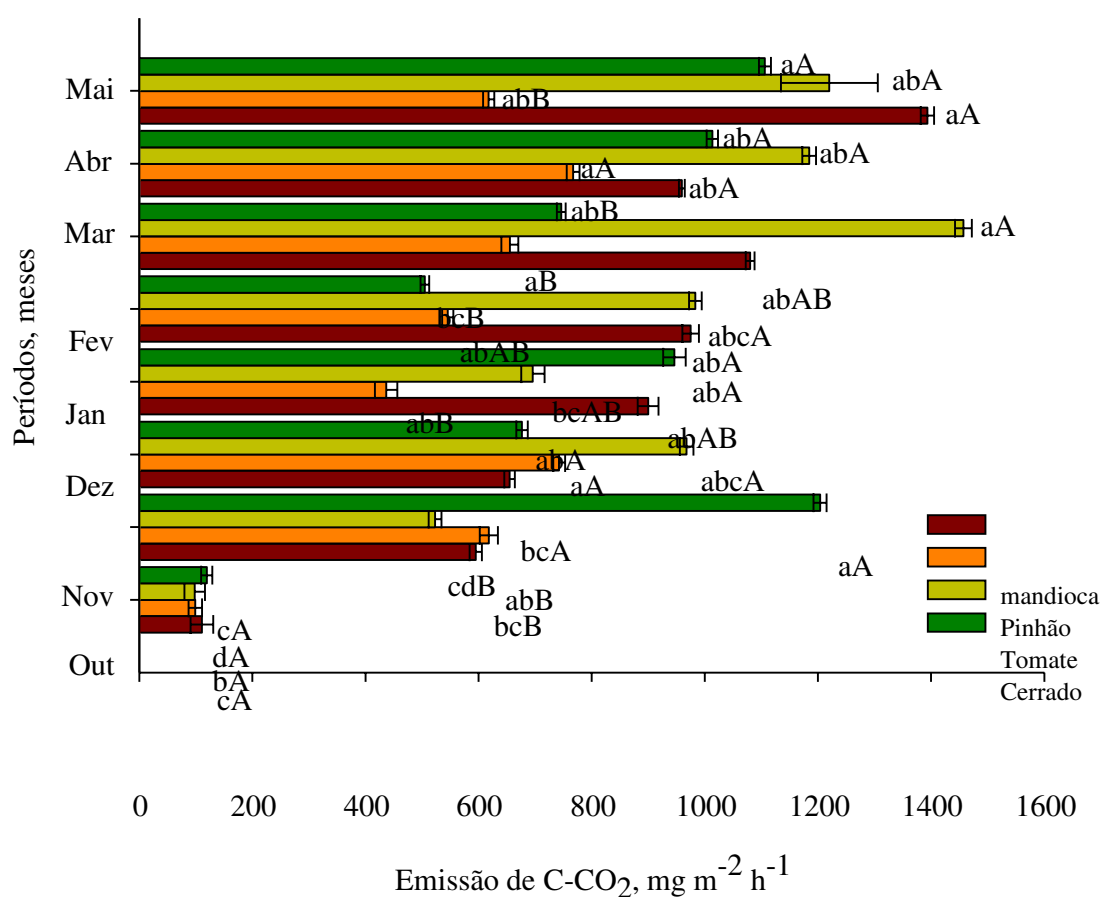


Figura 10. Emissão de C-CO₂ dos diferentes usos do solo nos períodos de outubro/2022 a maio/2023. As médias seguidas por letras iguais minúsculas para os períodos e maiúsculas do uso do solo dentro do mesmo período não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O Cerrado baiano está localizado numa região de clima tropical, em que mesmo durante período chuvoso são registradas altas temperaturas, decaindo apenas em dias chuvosos devido a umidade presente nos solos e nas áreas com coberturas vegetais (EMBRAPA, 2017).

Diante do exposto percebe-se que as variações de temperatura (Figura 11 a seguir), entre os períodos/meses apresentam diferenças entre si que pode ter sofrido influencia não só da cobertura do solo, más também da precipitação proveniente do período chuvoso.

Em relação a influência do uso dos solos sobre a temperatura podemos perceber que a área da mandioca e tomate se sobressaíram sobre o pinhão e cerrado nativo nos meses de outubro a maio. Como discutido por Kintschev, (2021) as elevadas temperaturas para essas áreas podem ser provocadas pelo revolvimento do solo durante processo de limpeza por capina manual.

De acordo com Moitinho (2021) a ausência de material vegetal sobre o solo provocados pela limpeza e aceleração na degradação dos resíduos vegetais, expõe a superfície do solo aumentando gradativamente sua temperatura.

O Cerrado Nativo e Pinhão manso possuem semelhanças que os diferenciam dos demais usos do solo avaliados por não sofrerem antropização, no entanto durante o mês de outubro o Cerrado Nativo não diferiu das áreas do Tomate e Mandioca apresentando altas temperaturas quando comparados ao Pinhão manso.

Em contrapartida nos meses de fevereiro e abril registrou-se temperaturas significativas para o pinhão assemelhando-se as registradas para mandioca e tomate. Em estudo realizado na mesma área da mandioca e Cerrado nativo do estudo em questão Andrade et al. (2021), observaram oscilações de temperatura que se modificavam para mais ou menos em ambas as áreas em relação aos horários de avaliação (de hora em hora) e não as áreas de manejo aplicados.

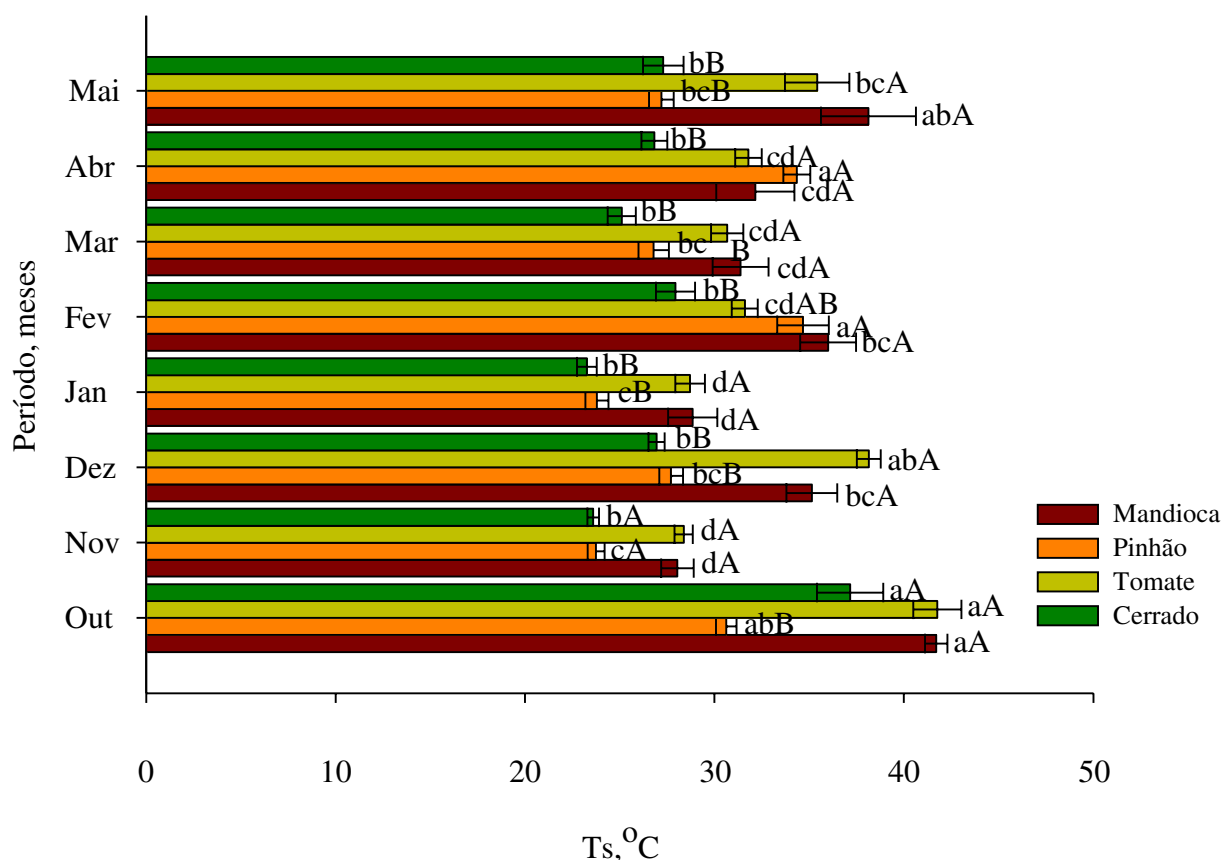


Figura 11. Temperatura do solo, T_s , dos diferentes usos do solo nos períodos de outubro/2022 a maio/2023. As médias seguidas por letras iguais minúsculas para os períodos e maiúsculas do uso do solo dentro do mesmo período não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na (Figura 12 a seguir) ao relacionar taxas de emissão de CO_2 com a temperatura, é possível observar que a um decréscimo na atividade microbiana da mandioca, pinhão e cerrado nativo conforme a temperatura aumenta mesmo que em poucos $^\circ\text{C}$, sendo uma diferença mínima de $3,5^\circ\text{C}$ para área da mandioca e 1°C para o pinhão manso e cerrado nativo.

Áreas cultivadas sem revolvimento do solo e boa cobertura como mandioca, Cerrado nativo e pinhão manso tiveram redução constante da emissão de CO_2 , possivelmente provocada pelo alto índice pluviométrico, onde as baixas temperaturas associadas a umidade reduzem ou estabilizam a atividade microbiana e consequentemente reduzem a emissão de CO_2 (SOUTO et al., 2013).

Carvalho (2021) em estudo dos solos sob diferentes usos identificou o período noturno como sendo o que mais emitiu CO_2 , ressaltando que possivelmente a

diminuição da temperatura possa ter alterado tanto a população quanto a atividade microbiana.

Borges et al. (2015) encontrou resultados semelhantes em avaliação com cultivo de cana, mata e plantação dos capins Mombaça e Tanzânia, constatando que a umidade proporcionou uma uniformidade entre as áreas em relação a emissão de CO₂.

Ressaltando que a menor emissão de CO₂ entre os capins Mombaça e Tanzânia podem também ter sido influenciadas pelo fato de as áreas possuírem maior quantidade de argila que as demais, que poderia estar favorecendo a matéria orgânica presente. Desse modo podemos inferir que pode ter acontecido a mesma situação para mandioca, pinhão e cerrado nativo.

No uso do solo cultivado com Tomate houve variação contrária as demais áreas, visto que o CO₂ emitido sofreu influência negativa em relação as áreas de Mandioca, Tomate e Pinhão, iniciando com pouca emissão de CO₂ seguido de grande elevação nos níveis emitidos em pequena mudança das temperaturas inicial para final.

De acordo com Araújo et al. (2004) a falta de cobertura favorece a maior ação do sol sobre o solo causando aceleração na degradação da matéria orgânica incorporada ao solo pelos processos de gradagem e capina manual, aumentando a liberação de CO₂ de forma significativa com uma diferença mínima de temperatura, possivelmente o revolvimento das camadas superficiais juntamente com a umidade e temperatura ideais ao desenvolvimento microbiano presente no cultivo do Tomate tenham intensificado a liberação de CO₂.

O que explica o fato da área com Mandioca embora sobre temperaturas próximas do Tomate tenha liberado menos CO₂, visto que a área com Mandioca sofreu poucas mudanças em relação a limpeza da cobertura vegetal

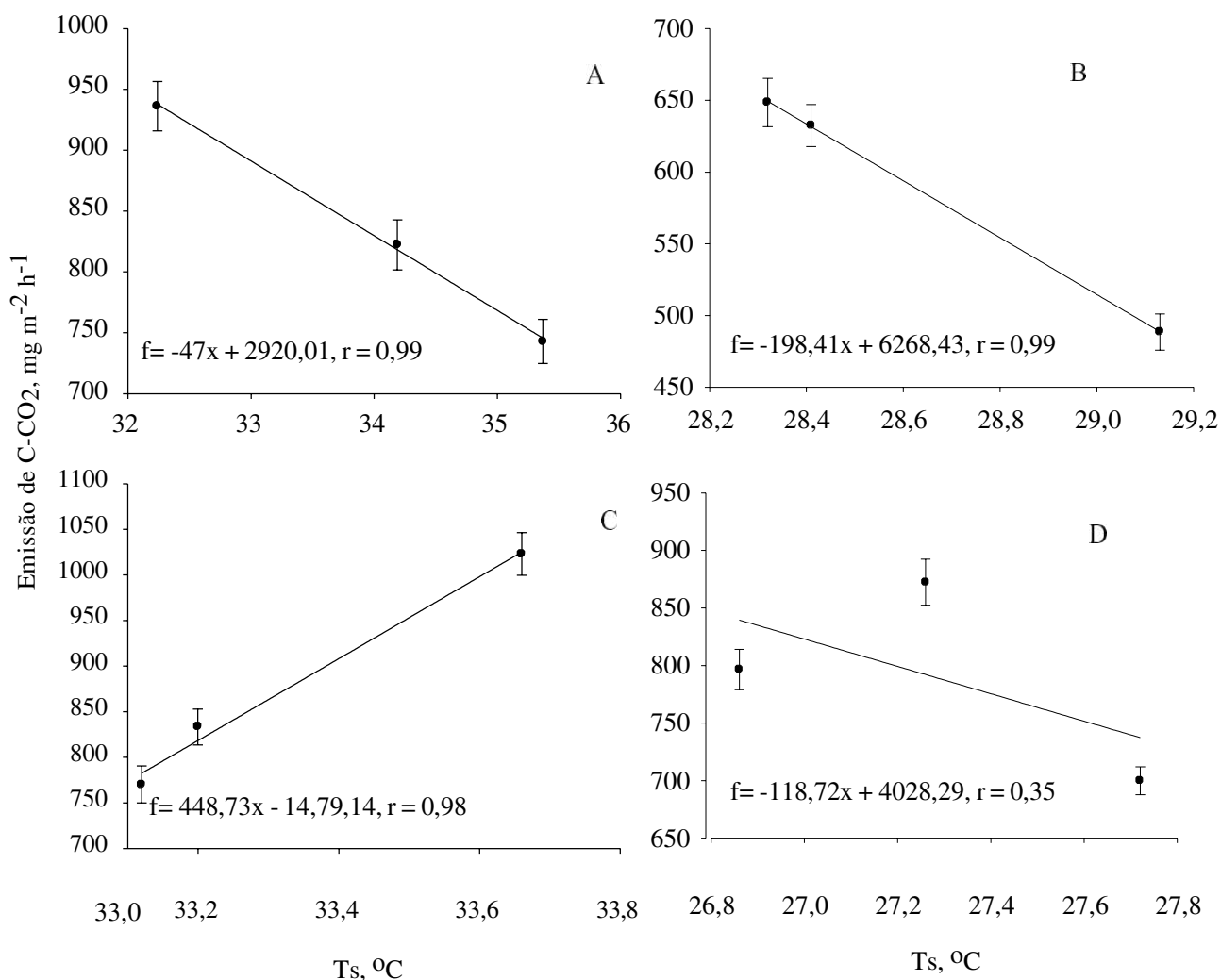


Figura 12. Relação entre temperatura do solo, T_s , e emissão de C-CO₂ em áreas de: Mandioca (A), Pinhão (B), Tomate (C) e Cerrado Nativo (D).

4.2 Contagem microbiana pelo método de semeadura em superfície

Na tabela 2 a seguir é possível observar que entre as áreas avaliadas a área de Pinhão apresentou maiores quantidades de unidades formadoras de colônias do solo (UFC.g⁻¹), bem como a área do tomate, tanto para colônias fúngicas quanto para bactérias no período de 72 horas de incubação, no entanto, na área da Mandioca e Cerrado Nativo os resultados demonstram grande diferença em relação as áreas anteriores.

	Fungo R1	Fungo R2	Bactéria R1	Bactéria R2
Mandioca	3	4	2	5
	3	4	2	5
	3	4	2	5
Média =	3	4	2	5
	Fungo R1	Fungo R2	Bactéria R1	Bactéria R2
Pinhão	33	27	308	139
	31	29	273	123
	38	34	279	129
Média =	34	30	287	130
	Fungo R1	Fungo R2	Bactéria R1	Bactéria R2
Tomate	23	8	18	15
	28	8	19	18
	28	8	21	19
Média =	26,3	8	19,33	17,33
	Fungo R1	Fungo R2	Bactéria R1	Bactéria R2
Cerrado nativo	1	3	0	5
	1	3	0	5
	1	3	0	5
Média =	1	3	0	5

TABELA 2- Unidades formadoras de colônias por grama (UFC.g⁻¹) em áreas de mandioca, pinhão, tomate e cerrado nativo.

Os solos rizosféricos são aqueles que se encontram mais próximos as raízes, ou seja, que as envolve. É através dessa porção de solo que ocorrem as interações químicas, físicas e biológicas, que podem favorecer a microbiota do solo por meio da simbiose, onde fungos e bactérias se beneficiam dos exsudatos (TREMACOLDI, 2006), portanto a composição e quantificação desses exsudatos podem diferenciar-se de acordo as influências de estresse bióticos e abióticos (PETRY, 2015).

Diante do exposto Souza (2019) salienta que solos com bom aporte de material orgânico e menor revolvimento estão menos sujeitos a sofrer influência dos raios solares e umidade excessiva que solos expostos as variações climáticas, favorecendo

o desenvolvimento da microbiota local. O que explica o bom desenvolvimento das unidades formadoras de colônias em maior quantidade para áreas de Pinhão manso e Tomate avaliados, em relação aos solos de Cerrado Nativo e Mandioca.

Silva et al (2016) observaram que os valores obtidos nos diferentes usos dos solos; fruticultura, olericultura e cultivo de eucalipto, foram relativamente maiores em relação ao número de UFC.g⁻¹ em solos avaliados após 48-96 horas, quando comparados com área de floresta que sofreu mudanças pela ação do homem reforçando que a atividade microbiana sofre influência de fatores ambientais como temperatura, umidade, fertilidade e manejo do solo.

Portanto os resultados encontrados para áreas de Pinhão manso e Tomate podem estar relacionados a quantidade de matéria orgânica presente sob o solo, aliados aos fatores climáticos favoráveis a atividade microbiana presente nas áreas citadas (LOPES, 2019).

5. CONCLUSÕES

A área com Pinhão manso destacou-se por ser a que emitiu menos CO₂ entre as áreas avaliadas.

As menores temperaturas foram registradas para áreas de Pinhão manso e Cerrado Nativo.

A temperatura mais elevada entre os períodos foi registrada no mês de outubro, sendo bem mais elevada que os demais meses.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEC, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013.

Alvarenga MIN, Siqueira JO, Davide AC (1999) Teor de carbono, biomassa microbiana, agregação e micorriza em solos de cerrado com diferentes usos. *Ciência e Agrotecnologia*. Lavras, MG 23, n.3, 617-625.

ANDRADE, Vitória Oliveira. INDICADORES BIOLÓGICOS NA QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMA DE PLANTIO ORGÂNICO E CONVENCIONAL NA REGIÃO OESTE DA BAHIA, 2022. 37p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade do Estado da Bahia, Campus IX, Barreiras - Bahia, 2022.

ANDRADE, V. O. ; SOUZA, E. L. B. C. de. ; LUDUVICO, G.A.; RODRIGUES, T.dos.; NUNES, C.N. F.; SILVA, A. do. N. Dinâmica da atividade microbiana do solo em agrossistema do Cerrado baiano para mensuração do C-CO₂. *Revista Agronegócio: técnicas, inovação e gestão*. DOI: 10.37885/2105046802021.

ARAÚJO, K. D.; ANDRADE, A. P.; RAPOSO, R. W. C.; ROSA, P. R. O.; JUNIOR, E. P. Perdas de CO₂ do solo e variabilidade temporal das condições climáticas no Semi-Árido Paraibano. *Revista Raega*, Curitiba, v. 34, n. 13, p. 99-107, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v13i0.5556>.

ARAUJO, M. A; TORMENA, C. A; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Distrófico cultivado e sob mata nativa. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 337-345,2004.

BAYER, C.; GOMES.; ZANATA, J. A.; VIEIRA, F. C. B.; DIECKOW, J. Mitigating greenhouse gas emissions from a subtropical Ultisol by using long-term no-tillage in combination with leume cover crops. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 161, p. 6-94, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/1016/j.still.2016.03011>

BESSEN, R. M.; RIBEIRO, R. H.; MONTEIRO, A. N. T. R.; IWASAI, G. S.; PIVA, J. Práticas conservacionistas do solo e emissão de gases do efeito estufa no Brasil. *Scientia Agropecuaria*, v. 9, n. 3, 2018.

BORGES, C. S.; RIBEIRO, B. T.; WENDLIN, B.; CABRAL, D. A. Agregação do solo, carbono orgânico e emissão de CO₂ em áreas sob diferentes usos no Cerrado, região do Triângulo Mineiro. *Ver. Ambient. Água* 10 (3). Set 2015.DOI: <https://doi.org/10.4636/ambi-agua.1573>

CANTERAL, Kleve Freddy Ferreira. Aprendizado de máquina na modelagem temporal da variabilidade temporal da emissão de CO₂ do solo em áreas agrícolas no Cerrado brasileiro, 2020. 41 p, (**Dissertação de mestrado**) - Universidade

Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2020.

CARVALHO, Gabriela Pereira de. ESTOQUE DE CARBONO E RESPIRAÇÃO EDÁFICA DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO NO CERRADO DA BAHIA, 2021. 40 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade do Estado da Bahia, campus IX, Barreiras-Bahia, 2021.

CHAGAS, P.D. Esperança Nacional. Revista do Biodieselbr, Curitiba, v. 1, p. 24-34, 2008.

DIAS, M. Dinâmica do Efluxo de CO₂ no solo em duas áreas de composições Distintas. (Dissertação). 2015.

DIONISIO, Jair Alves; PIMENTEL, Ida Chapaval; SIGNOR, Diana et al. Guia prático de biologia do solo. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2016,152p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 5ª ed. Revisada e ampliada. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. DF: **Embrapa**; 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos e análises de solo**.3ª ed. Rio de Janeiro, 2017.575p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA- EMBRAPA. Embrapa Meio Ambiente; Embrapa Solos. Adequate soil management increases carbono sequestration in irrigated area. 2022.

FERREIRA, Evander Alves et al. Atividade microbiana de solos cultivados com mandioca em sistema de policultivo. Magistra, v.27, n.3/4, p.395-400, 2017.

FILIZOLA, H.; LUIZ, A.; MAIA, A.; HERNANI, L. C. Manejo adequado do solo aumenta sequestro de carbono em áreas irrigadas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Revista de Estudos Ambientais: 2022. Disponível em <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticias/72379135/manejo-adequado-do-solo-aumenta-sequestro-de-carbono-em-areas-irriadas>

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; MERCANTE, F. M.; SILVA, A P. da. Qualidade do solo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa soja. Londrina- 2013. Atualizado: 2017. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-publicações/-/publicação/970048/qualidade-do-solo>

INMET 2010 (online). **INMET Clima: normas climatológicas**. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/html/clima/mapas/?mapa=tmax>

IVO, W.M.P.M.; SALCEDO, I.H. Soil CO₂ flux: a method comparison of closed estatic chambers in a sugarcane field. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.2, p.421-426, 2012.

Jacobsen, C.S. & Hjelmsø, M. H. (2014). Agricultural soils, pesticides and microbial diversity, *Cur. Op. Biot.* 27, 1520.

KINTSCHEV, Maurício Rocha. Biomassa microbiana e resistência do solo à penetração em função do consórcio de milho e *Brachiaria* spp. na produtividade da soja. 2021.

LAL, R. Challenges and opportunities in soil organic matter research. *European Journal of Soil Science*, 2009, 60:158-169.

LAMAS, F. M. Artigo-Agricultura de Baixa Emissão de Carbono: tecnologias disponíveis. **Embrapa Agropecuária Oeste** 2020. Disponível em <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/55203563/artigo---agricultura-de-baixa-emissao-de-carbono-tecnoloias-disponiveis>.

LOPES, Nayara Rose da Conceição. Atributos biológicos, atividade enzimática e nitrogênio em solos após 21 anos de tratamento com lodo de esgoto. 2019.

MEDEIROS, S. A.; MAIA, S. M. F.; SANTOS, T. C.; GOMES, T. C. A. Losses and gains of soil organic carbon in grasslands in the Brazilian semi -arid region. *Scientia Agricola*. v. 78, n. 3, 2021.

MIRANDA, Alexandre Amadeu Cerqueira de. Relação entre indicadores de qualidade de solo sob diferentes sistemas de manejo. 2018. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Bananeiras-pb, 2018. Cap. 2.

MOITINHO, M. R.; FERRAUDO, A. S.; PANOSSO, A. R.; BICALHO, E. S.; TEIXEIRA, D. B.; BARBOSA, M. A.; TSAI, S. M.; BORGES, B. M. F.; CANNAVAN, F. S.; SOUZA, A. M.; LA SCALA, N. Effects of burned and unburned sugarcane harvesting systems on soil CO₂ emission and soil physical, chemical, and microbiological attributes. *Catena*, v. 196, p. xx, 2021.

MONTEIRO, Julia Eudócia de Araújo. Influência da Textura e Umidade do Solo no Efluxo de C-CO₂ em encostas sob Pastagem/ Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Federal da Paraíba-UFPB, Centro de Ciências Agrárias-CCA. Areia-PB, 2018.

MOREIRA, F. M. de. S.; Siqueira, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: Editora da UFLA, 2.ed., 2006, 729p.

NOVAK, E. CARVALHO, L. A.; SANTIAGO, E. F.; TOMAZI, M.; GOMES, A. C. C. O.; PIANA, P. A. Biomassa e atividade microbiana do solo sob diferentes coberturas

vegetais em Região Cerrado-Mata Atlântica. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 15, n. 3, p. 1- 16, 2022.

NETO, M. S.; PICCOLO, M. de C.; JUNIOR, C. C.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Emissão de gases do efeito estufa em diferentes usos da terra no bioma Cerrado: **Processos e Propriedade do Solo- Rev. Bras. Ciênc. Solo** 35(1) - fev. 2011. Disponível em : <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000100006>

OLIVEIRA, P.A. de.; GIORDANI, I.; BARETA, C.R.D.M. Benefícios da microbiota do solo na agricultura. SB Rural, Chapecó-SC, 2019. Ed.227.ano 11. publicado em 2019.

PEREIRA, V. da. C. Efluxo de CO₂ em diferentes sistemas de cultivo. Tese (doutorado). Viçosa, MG, 2018.

PETRY, Graziela Luciana. ATIVIDADE FITOTÓXICA DE EXSUDATOS RADICULARES DE GUILANDINA BONDUC (FABACEAE). Trabalho De Conclusão De Curso (Pós graduação em Botânica) - Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2015.

SANTANA, K. dos. S.; REIS, R. A. de. S.; LUDUVICO, G. A.; SANTOS, V. C. dos.; SILVA, A. do. N. Respiração Basal do Solo em área de Cultivo Orgânico no Oeste da Bahia: **IV Congresso Internacional das Ciências Agrárias-COINTER-PDVAgro 2019**.

SIGNOR, D. L. L. M.; PISSIONI, and C. E. P. Cerri.2014. Emissões de ases de efeito estufa pela deposição de palha de cana-de-açúcar sobre o solo. Bragantia. 73:113-122. Doi: 10.1590/brag.2014.019

SILVA, A. C. F. da.; Ó, P. C. A.; SOUZA, J. R. N. de.; FERREIRA, A. V.; SILVA, C. T. da.; GUEDES, V. H. de. F. Respiração basal do solo em diferentes sistemas de uso no Semiárido paraibano: **XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do solo 2015**.

SILVA, F. C. da.; SANTANA, I. de. J.; MARTINS, R. D.; LEMES, N. M.; RIETJENS, A. R.; LIMA, M. L. da. P. Quantificação da microbiota e diversidade ecológica da meso e macrofauna do solo sob diferentes usos no município de Urutaí (região Sudeste Goiano). Multi-Science Journal, v.1, n. 4(2016) 12-18

SILVA, B. O. Emissão de CO₂, estoque de carbono do solo em áreas convertidas do Bioma Cerrado, Brasil Central. Jaboticabal.2021.89p. **Tese (doutorado)**- Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal 2021.

SILVA, André Lopes da; CORDEIRO, Rogério Soares; DA ROCHA, Heliselle Cristine Ramires. Aplicabilidade de Microrganismos Eficientes (ME) na Agricultura: uma revisão bibliográfica. Research, Society and Development, v. 11, n. 1, p. e32311125054- e32311125054, 2022.

SOUTO, P. C. et al. Taxa de decomposição da serapilheira e atividade microbiana em área de caatinga. *Cerne*, Lavras, v. 19, n. 4, p. 559-565, out./dez. 2013.

SOUZA, L. C. de.; OLIVEIRA, R. L. L. de.; SOUZA, L. C et al. Emissão de CO₂ Associada aos atributos do solo em área agrícola: um referencial teórico: Desenvolvimento Rural e Sustentabilidade: energia, produções e novos mercados- ISBN 978-65-5360-120—Editora Científica Digital- vol.1- ano 2022. DOI. 10.37885/220207864: Disponível em: www.editoracientifica.org

STOCKER, C. M.; MONTEIRO, A. B.; BAMBERG, A. L.; CARDOSO, J. H.; MORSELLI, T. B. G. A.; LIMA, A. C. R. (2017). Bioindicadores da qualidade do solo em sistemas agroflorestais. 14^º Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 9, e21910917966, 2021. DOI:<
<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.17966>>

SUNDARAPANDIAN, S. M.; KIRTHIGA, J. Soil respiration in different land use systems in Puducherry, India. *Journal of Theoretical and Experimental Biology*, v. 8, n. 1-2, p. 17-28, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.3745.8569>.

TAVARES FILHO, J.; TESSIER, D. Characterization of soil structure and porosity under long-term conventional tillage and no-tillage systems. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1837-1844, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000600032>.