



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

MATEUS MANASSÉS BEZERRA NASCIMENTO

**ATIVIDADE MICROBIANA EM DIFERENTES MANEJOS DO SOLO NOS
MUNICÍPIOS DE QUEIMADAS E BOQUEIRÃO**

**CAMPINA GRANDE-PB
2019**

MATEUS MANASSÉS BEZERRA NASCIMENTO

**ATIVIDADE MICROBIANA EM DIFERENTES MANEJOS DO SOLO NOS
MUNICÍPIOS DE QUEIMADAS E BOQUEIRÃO**

Trabalho de conclusão de curso (Artigo) apresentado à coordenação do curso de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Microbiologia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Simão Lindoso de Souza

**CAMPINA GRANDE
2019**

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

N244a Nascimento, Mateus Manasses Bezerra.

Atividade microbiana em diferentes manejos do solo nos municípios de Queimadas e Boqueirão [manuscrito] / Mateus Manasses Bezerra Nascimento. - 2019.

25 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2019.

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

1. Biomassa microbiana. 2. Análise de solos. 3. Respiração basal. 4. Uso do solo. I. Título

21. ed. CDD 579

MATEUS MANASSÉS BEERRA NASCIMENTO

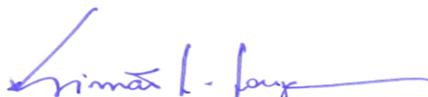
**ATIVIDADE MICROBIANA EM DIFERENTES MANEJOS DO SOLO NOS
MUNICÍPIOS DE QUEIMADAS E BOQUEIRÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Microbiologia Agrária.

Aprovada em: 09/12/19.

BANCA EXAMINADORA



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



Prof. Dr. João Damasceno
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Érica Olandini Lambais
Instituto Nacional do Semiárido (INSA)

A minha família e amigos, pela dedicação,
amor e amizade, **DEDICO**.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	07
2	METODOLOGIA	09
	2.1 <i>Descrições da pesquisa</i>	09
	2.2 <i>Descrições das áreas do município de Queimadas</i>	09
	2.3 <i>Descrições das áreas do município de Boqueirão</i>	10
	2.4 <i>Coletas e preparações das amostras</i>	12
	2.5 <i>Análises estatísticas</i>	15
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
	3.1 <i>Características biológicas dos solos de Queimadas: Respiração basal, biomassa microbiana e quociente metabólico</i>	16
	3.2 <i>Características biológicas dos solos de Boqueirão: Respiração basal, biomassa microbiana e Quociente metabólico</i>	19
4	CONCLUSÃO	22
	REFERÊNCIAS	23

ATIVIDADE MICROBIANA EM DIFERENTES MANEJOS DO SOLO NO MUNICÍPIO DE QUEIMADAS E BOQUEIRÃO.

MICROBIAN ACTIVITY ON DIFFERENTS MANEGMENT IN THE SOIL AT QUEIMADAS AND BOQUEIRÃO COUNTY

Mateus Manassés Bezerra Nascimento¹

RESUMO

A interferência dos seres humanos nos ecossistemas brasileiros, principalmente nos últimos 60 anos, período que surge a revolução verde, vem causando perturbações ecológicas e um desequilíbrio muito forte em toda cadeia alimentar. A prática da agricultura modifica o ambiente natural, principalmente em regiões secas, como é o caso do semiárido brasileiro, tornando esta região muito susceptível a degradação e conseqüentemente a desertificação. As culturas e os sistemas de manejo do solo influenciam diretamente na persistência dos resíduos, na quantidade da biomassa microbiana e na sustentabilidade dos agroecossistemas. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a atividade microbiana em diferentes cobertura/uso do solo em duas propriedades agrícolas nos municípios de Queimadas e Boqueirão. A pesquisa foi realizada em quatro áreas: Mata nativa, área degradada, monocultivo e área agroecológica. Em cada área coletou-se solo em cinco pontos na forma de ziguezague a uma profundidade de 20 cm, no início e final da estação chuvosa. Realizaram-se análises da respiração basal do solo, biomassa microbiana e quociente metabólico. Verificou-se que o período sazonal pós-chuvas influenciou no aumento significativo da respiração basal dos solos de mata nativa tanto de Queimadas como de Boqueirão. De forma geral os solos dos dois municípios apresentaram maior biomassa microbiana no início do período chuvoso, assim como o aumento do quociente metabólico do solo agroecológico de Queimadas no mesmo período. Ao contrário dos solos de mata nativa que apresentaram esse aumento no final das chuvas em ambos os municípios. Novas avaliações dos diferentes tipos de manejo devem ser realizadas em um espaço de tempo maior. Podendo acompanhar-se gradativamente a atividade microbiana destas áreas.

Palavras-chave: Respiração basal, biomassa microbiana, usos do solo.

ABSTRAT

The interference of human beings in Brazilian ecosystems, especially in the last 60 years, the period that emerged the green revolution, has been causing ecological disturbances and a very strong imbalance in the whole food chain. The practice of agriculture changes the natural environment, especially in dry regions, such as the Brazilian semiarid, making this region very susceptible to degradation and consequently desertification. Crops and soil management systems directly influence the persistence of residues, in the amount of microbial biomass and, the sustainability of agroecosystems. In this context, the objective was to evaluate the microbial activity in different land cover/use of two farms in the municipality of Queimadas and Boqueirão. The research was carried out in four areas: native forest,

degraded area, monoculture and agroecological area. Soils were collected from each area in five zigzag soils at a depth of 20 cm at the beginning and end of the rainy season. Analyzes of soil basal respiration, microbial biomass and metabolic quotient were performed. It was verified that the post-rainy season influenced the significant increase of the basal respiration of the native forest of Queimadas and Boqueirão. In general, the soils of both municipalities showed higher microbial biomass at the beginning of the rainy season, as well as the increased metabolic quotient of the beginning of the rainy season, as well as the increased metabolic quotient of the Queimadas agroecological soil in the same period. Unlike native forest soils that showed this increase at the end of rainfall in both municipalities. New assessments of the different types of management should be performed over a longer period of time. The microbial activity of these areas can be followed gradually.

Keywords: Basal respiration, microbial biomass, land uses.

1 INTRODUÇÃO

A interferência dos seres humanos nos ecossistemas brasileiros, principalmente nos últimos 60 anos, período que surge a revolução verde, vem causando perturbações ecológicas e um desequilíbrio muito forte em toda cadeia alimentar. As principais causas são as más práticas de produção, utilizadas pela agricultura convencional de larga escala que visa apenas o lucro e despreza as relações ambientais.

Na agricultura convencional a vegetação nativa é totalmente retirada para implantação de culturas exógenas ao sistema, junto com um pacote altamente danoso ao meio. A prática da agricultura modifica o ambiente natural. No momento em que o homem se ausenta desse espaço por ele modificado, a natureza recupera-o (PINHEIRO, 2011), mas essa recuperação se torna mais difícil quando acontece em regiões áridas e semiáridas.

O Brasil vive essa realidade, com um semiárido que se estende por 8 estados da região Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) mais o norte de Minas Gerais, totalizando uma área de 980.133,079 km². É uma região marcada pelo forte déficit hídrico e uma má distribuição pluviométrica, os 800 mm de chuvas são distribuídos entre três e seis meses do ano (CAVALCANTE, 2013). A caatinga é o bioma predominante no semiárido, considerada um patrimônio biológico de valor incalculável por possuir considerável número de espécies endêmicas (LEAL et al, 2003). Sua área é de 826,411 mil km² (MMA/IBAMA, 2011), inserida totalmente no território nacional. O termo caatinga, de origem indígena, significa “mata branca”, a razão para este nome é o aspecto esbranquiçado que a vegetação assume durante o período de estiagem, quando a caducifolia acontece.

A maioria dos solos é raso, pedregoso e com abundantes afloramentos rochosos (CAVALCANTE, 2013), podendo chegar a temperatura de 60 °C em períodos mais quentes do ano (SENA, 2011). Por esta razão o acúmulo, retenção e infiltração de água das chuvas no subsolo, repondo os lençóis freáticos é muito difícil. Isso torna essa região muito susceptível à degradação e, conseqüentemente, à desertificação.

Em momentos passados, o solo era visto como um substrato inanimado que servia apenas para sustentação das plantas e suplemento de nutrientes, mas esse conceito está sendo transformado a partir de novos estudos. O solo é um recurso natural, composto por nutrientes minerais e matéria orgânica, microrganismos, partículas de areia, silte e argila (SOUZA, 2015). As bactérias, fungos e outros microrganismos tem um grande papel nesse ecossistema, participando ativamente na decomposição e na ciclagem de nutrientes que logo em seguida são disponibilizados para as plantas de uma forma acessível. Durante a decomposição cerca de 20% do carbono presente nos resíduos orgânicos é liberado para a atmosfera como gás carbônico (CO₂) e o restante passa a compor a matéria orgânica do solo (HERNANI, 2019).

As culturas e os sistemas de manejo do solo influenciam diretamente na persistência dos resíduos, no tamanho da biomassa microbiana e, conseqüentemente, na sustentabilidade dos agroecossistemas. Por isso acredita-se que sistemas agrícolas que mais se assemelhem com as condições naturais possuam um maior desenvolvimento microbiano.

Para a agricultura familiar é relevante que o equilíbrio no solo esteja acontecendo, garantindo uma sustentabilidade para agricultores que detêm

pequenas propriedades de onde retiram toda sua produção. A agroecologia tem esse propósito de orientação para os agricultores, de como fazer esta prática acontecer, sem provocar danos desnecessários ou irreparáveis ao ambiente, mas contribuir para o equilíbrio natural (ALTIERI, 2004).

A qualidade do solo é um componente crítico da agricultura de sustentabilidade (LARSON et. al, 1994). Pode ser observada através de indicadores, classificados como físicos, químicos e biológicos. Dentre os fatores físicos estão estrutura do solo; capacidade de retenção de umidade; infiltração e densidade do solo (que interferem na retenção de água e nutrientes); armazenamento e movimento da água e porosidade do solo (ARAUJO e MONTEIRO, 2007). Em relação aos fatores químicos, estão o pH, condutividade elétrica e conteúdo de nutrientes. Já no que se referem aos fatores biológicos os indicadores são biomassa microbiana; mineralização de nutrientes; respiração microbiana e fixação biológica de N₂ (FBN). Estes indicadores estão relacionados com a atividade microbiana, reposição de nutrientes, produtividade do solo, potencial de suprimentos de nutrientes e suprimento de N para as plantas (DORAN e PARKIN, 1994). Porém o que é levado em consideração nas análises de solo convencional são apenas os fatores físicos e químicos, dando um resultado não tão holístico como o desejado, já que os microrganismos têm condições de resposta bem mais sensíveis e rápidas a qualquer perturbação.

Nesse contexto objetivou-se avaliar a atividade microbiana em diferentes cobertura/uso do solo de duas propriedades agrícolas localizadas nos municípios de Queimadas e Boqueirão.

2 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada nos municípios de Queimadas e Boqueirão. Queimadas está localizada na mesorregião geográfica do Agreste paraibano com uma área territorial de 409 km². Com uma população estimada de 43.967 habitantes, liderando a posição de maior cidade do Estado em número de moradores camponeses, com 18.805 habitantes (IBGE, 2018). O clima é do tipo Tropical semiárido, com precipitação média anual de 400 a 800 mm, situa-se entre as seguintes coordenadas: 7°21'30" de latitude Sul e 35°55'54" de longitude (XAVIER, 2013). As chuvas são distribuídas de forma irregular entre os meses de março e julho, podendo se prolongar até agosto. Os solos se apresentam nos patamares compridos e baixas vertentes do relevo suave ondulado que ocorrem os planossolos, mal drenados, fertilidade natural média e problemas de sais; topos e altas vertentes, os solos Brunos não cálcicos, rasos e fertilidade natural alta; topos e altas vertentes do relevo ondulado ocorrem os podzólicos, drenados e fertilidade natural média e as elevações residuais com os solos litólicos, rasos, pedregosos e fertilidade natural média (BELTRÃO et al. 2005).

O município de Boqueirão está localizado na microrregião geográfica do Cariri Oriental, em uma área territorial de 374, 523 km². Apresenta uma população estimada de 17.804 habitantes. Clima predominantemente seco, com precipitações anuais entre 500 e 700 mm, cuja altitude é de 355 m acima do nível do mar e localizadas entre as coordenadas 07°28'54" S e 36°08'06" W, (IBGE, 2010). Sobre os solos, nas superfícies suaves onduladas a onduladas, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, fortemente drenados, ácidos a moderadamente ácidos e fertilidade natural média e ainda os podzólicos, que são profundos, textura argilosa, e fertilidade natural média a alta. Nas elevações ocorrem os solos litólicos, rasos,

textura argilosa e fertilidade natural média. Nos Vales dos rios e riachos, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, imperfeitamente drenados, textura médio-argilosa, moderadamente ácida, fertilidade natural alta e problemas de sais. Ocorrem ainda Afloramentos de rochas (BELTRÃO et al. 2005).

2.1 Descrições da Pesquisa

A pesquisa foi realizada em duas propriedades agrícolas dos municípios de Queimadas e Boqueirão. De cada propriedade foram estudadas quatro áreas distintas, Área I: Mata nativa de Caatinga; Área II: Monocultivo de palma Orelha de elefante (*Opuntia stricta* Haw); Área III: área degradada e Área IV: Solo agroecológico, como pode ser observado nos Quadros 1 e 2 respectivamente.

2.2 Descrições das Áreas do município de Queimadas

As áreas se encontram no sítio Soares, zona rural do município, à margem da rodovia PB 104, com distância de 14 km do centro da cidade. Registrou-se 176 mm de chuvas no ano de 2019, segundo o proprietário, que possui um pluviômetro de plástico próximo à residência. A propriedade pertence a agricultores familiares, estando em posse da família há mais de 100 anos, passando de geração em geração. Porém, a mesma se encontra em transição para a agroecologia apenas a partir de 2015, quando um dos membros da família inicia a participação nos movimentos sociais através do Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Queimadas.

Quadro 1: Características das áreas do município de Queimadas-PB.

Características das áreas do município de Queimadas		
Área I: Mata nativa de Caatinga	<p>A mata possui em média 30 anos, sendo o local utilizado no passado com plantios de outras culturas que acompanhava o ciclo produtivo da época, o mais recente foi a palma forrageira gigante (<i>Opuntia ficus indica</i> mil). Logo após a retirada da palma, a área foi utilizada como cercado, por onde os animais pastavam e nesse tempo algumas plantas foram colonizando novamente. Na área atualmente se encontra: Jurema preta (<i>Mimosa tenuiflora</i>), cardeiro (<i>Cereus jamacaru</i>), facheiro (<i>Pilosocereus pachycladus</i>), xique-xique (<i>Pilosocereus gounellei</i>), aroeira (<i>Myracrodruon urundeuva</i>), catingueira (<i>Cenostigma pyramidale</i>), angico (<i>Anadenanthera macrocarpa</i>), pereiro (<i>Aspidosperma pyrifolium</i>), juazeiro (<i>Ziziphus joazeiro</i>), pinhão-bravo (<i>Jatropha mollissima</i>), baraúna (<i>Schinopsis brasiliensis</i>), gramíneas e pequenas plantas rasteiras.</p>	

<p>Área II: Monocultivo de palma Orelha de elefante (<i>Opuntia stricta</i> Haw)</p>	<p>O plantio da palma tem 3 anos. Á 15 anos esta área era coberta por mata nativa, que foi retirada e queimada para o cultivo de milho e feijão, e logo depois capim sorgo. A palma está plantada no modo de cultivo adensado com espaçamento de 2 metros de uma fileira para outra e com sulcos no sentido contrário do escoamento da água, evitando a erosão por enxurrada.</p>	
<p>Área III: Área degradada</p>	<p>Segundo os proprietários, parte da área local foi utilizada há 26 anos, como campo de futebol, resultando na compactação total do solo, apresentando apenas um tipo de leguminosa dominante em todo espaço e algumas cactáceas. Quando chove, a água não consegue infiltrar, provocando pequenos focos de erosão.</p>	
<p>Área IV: Área agroecológica</p>	<p>É caracterizada pela diversidade de espécies vegetais em consórcio. Á área apresenta palma de três variedades: doce gigante, doce miúda (<i>Opuntia cochenillifera</i>) e orelha de elefante; espécies nativas: juazeiro, angico, baraúna, jucá (<i>Caesalpinia férrea</i>), catingueira, canafístula (<i>Peltophorum dubium</i>) e frutíferas como acerola (<i>Malpighia emarginata</i>), pinha (<i>Annona squamosa</i>) e trapiá (<i>Crateva tapia</i>). o tratamento do solo é feito sem uso de maquinário, de forma manual e é usado o esterco caprino, duas vezes por ano, não utilizando irrigação.</p>	

Fonte: Próprio autor, 2019.

2.3 Descrições das Áreas do município de Boqueirão

As áreas se encontram no sítio Rodeadouro, zona rural do município, com distância de 14 km do centro da cidade. No ano de 2019 registrou-se 105 mm de chuvas em toda comunidade, de acordo com dados coletados a partir de um pluviômetro de plástico que fica no próprio sítio. O atual proprietário trabalha no sítio desde 2005, e iniciou alugando as pastagens para o rebanho bovino que possuía. A partir desse momento o interesse de adquiri-lo foi despertando, com o intuito de recuperá-lo, e finalmente comprando em 2007. Em 2010 ele começa a colocar em prática a agroecologia, através de uma associação de agricultores chamada Coletivo Asa Cariri Oriental (CASACO) que já desenvolvia esse trabalho. A primeira ação a

ser desenvolvida foi o plantio consorciado da palma com espécies nativas e forrageiras, e desde então a propriedade vem sendo recuperada.

Quadro 2: Características das áreas do município de Boqueirão-PB.

<p>Área I: Mata nativa de Caatinga</p>	<p>A mata possui em torno de 40 anos, é utilizada como pastagens para caprinos nos dias atuais. Apresenta vasta variedades de cactos: cardeiro, facheiro, coroa-de-frade(<i>melocactus bahiensis</i>), xique-xique, palmatória de pelo(<i>Tacinga palmadora</i>), palmatória de espinho e gogóia (<i>Tacinga inamoena</i>); além disso, espécies arbóreas como catingueira, jurema preta e jurema branca(<i>Mimosa verrucosa</i>), pereiro, juazeiro, canafístula, aroeira entre outras.</p>	
<p>Área II: Monocultivo de palma Orelha de elefante</p>	<p>O plantio de palma tem 4 anos. Esta área até alguns anos estava correndo risco de degradação, pois o antigo proprietário utilizava práticas de desmatamento para criação de gado, acontecendo o pisoteio e consequentemente a compactação do solo. A palma está plantada de forma próxima uma das outras, mas não caracterizando como adensada. É feito o roço durante a estiagem e os restos vegetais são deixados sobre o solo, como proteção e adubo.</p>	
<p>Área III: Área degradada</p>	<p>Diferente das demais áreas, esta não teve interferência humana em relação á sua recuperação. Desde quando o atual proprietário comprou, o deixou em pousio. O local que antes da aquisição era utilizada para pastagem de gado. O solo está completamente nu e compactado, com apenas juremas e gramíneas.</p>	

<p>Área IV: Área agroecológica</p>	<p>O cultivo agroecológico começa a acontecer em 2010, logo após o sítio ser comprado. De início foram utilizadas espécies de algumas leguminosas como a gliricídia e a leucena em cultivo consorciado com a palma orelha de elefante e a palma doce. Atualmente o local apresenta uma variedade de frutíferas e hortaliças, além de muitas plantas da caatinga, semelhantes às encontradas na área agroecológica de Queimadas.</p>	
------------------------------------	---	---

Fonte: Próprio autor, 2019.

2.4 Coletas e Preparação das Amostras

As amostras de solo foram coletadas em julho e setembro de 2019, sendo início e final do período chuvoso, respectivamente. Foram coletadas 5 amostras de cada área, em forma de zigzague a fim de abranger um maior espaço e obter dados mais fiéis do ambiente. Logo em seguida, homogeneizou-se as amostras formando uma amostra composta de cada área. Coletou-se na profundidade de 0-20 cm com auxílio de um trado e uma chibanca. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacolas plásticas, identificadas e encaminhadas ao Laboratório de microbiologia Ambiental, localizado na Estação Experimental Professor Ignácio Salcedo, do Instituto Nacional do Semiárido (INSA) Campina Grande. As amostras foram refrigeradas até o momento das análises.

A metodologia utilizada para a determinação da Respiração Basal (RBS) foi baseada através da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMRAPA). Para a determinação da Respiração Basal (RBS). Montou-se para cada propriedade agrícola um experimento com quatro áreas em triplicata e dois períodos de coleta, totalizando 24 amostras e 1 amostra testemunha para servir de referência. Usaram-se potes de vidro, em que cada pote colocou-se 50 gramas de solo e 10 ml de Hidróxido de Sódio (NaOH), exceto a amostra testemunha que não continha solo. Logo em seguida, armazenou-se as amostras em uma incubadora a 27 °C, por 7 dias (Figura 1). Utilizou-se a seguinte equação para calcular a respiração basal:

$$RBS \text{ (mg de C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo hora}^{-1}) = ((Vb - Va) \cdot m \cdot 6.1000) / (Ps) / T$$

Onde:

RBS: Carbono oriundo da Respiração Basal do Solo

Vb: Volume (mL) de ácido clorídrico gasto na titulação da solução testemunha.

Va (ml): Volume gasto na titulação da amostra (mL)

M: Molaridade exata do HCl

Ps: Massa de solo seco (g)

T: tempo de incubação das amostras em hora

Figura 1: Frascos na incubadora, juntamente com as amostras de solo e com o frasco de NaOH.



Fonte: Próprio autor, 2019.

Após os 7 dias realizou-se a leitura das amostras do solo, utilizando 2 mL de Cloreto de Bário para a completa precipitação do carbono, 2 gotas de fenolfitaleína como indicador, aquirindo a cor rosa e titulou-se com ácido clorídrico.

Na segunda etapa do experimento foi determinada a biomassa, baseada na metodologia de Vance et al. (1987) usando a seguinte equação para calcular os resultados:

$$\text{BMS-C(mg C microbiano kg 1 solo)} = (\text{Cf} - \text{Cnf}) / \text{Kc}$$

Onde:

BMS-C: Carbono da Biomassa Microbiana

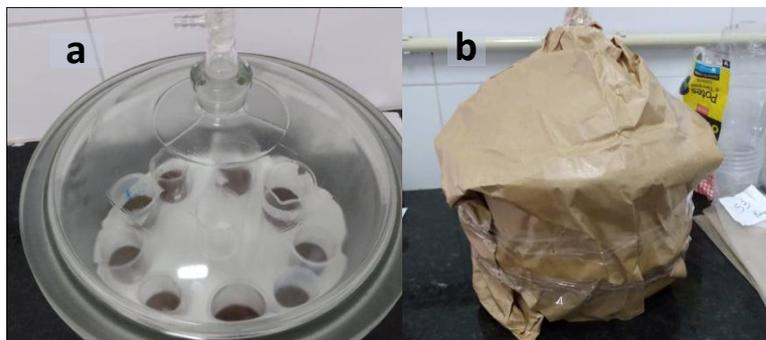
Cf: Teor de carbono dos solos fumigados

Cnf: Teor de carbono dos solos não fumigados

Kc: Coeficiente de eficiência de extração

Pesou-se 25 g de solo, colocando-o em cada becker e 25 mL de Cloroformio por dessecador (Figura 2a). Ao colocar as amostras no dessecador, evacuou-se todo ar contido no meio interno e com o auxílio da vaselina, o mesmo foi lacrado, impedindo a troca gasosa com o meio externo, fumigando assim as amostras por 24 horas em um local escuro, conforme a Figura 2 b a seguir:

Figura 2: (a) Amostras de solo no dessecador junto com o Cloroformio e (b) amostras protegidas da luz por 24 horas.



Fonte: Própria do autor, 2019.

Após esse período de 24 horas evacuou-se o clorofórmio por 6 vezes antes de retirar as amostras. Em seguida transferiu-se o solo para Erlenmeyers, adicionando Sulfato de potássio e agitando-o por 30 minutos (figura 3^a). Posteriormente esperou-se a solução decantar por alguns minutos, coletou-se e filtrou-se o sobrenadante, e depois armazenou-o em uma geladeira conforme mostrado na figura 3 b e 3c respectivamente, até ser realizado a leitura. O mesmo procedimento foi utilizado para as amostras de solos controle.

Figura 3: (a) Amostras na mesa agitadora, (b) Filtragem do sobrenadante e (c) Armazenamento da solução.



Fonte: Própria do autor, 2019.

Após a filtração coletou-se 8 ml do extrato por cada amostra, adicionou-se 2 ml de dicromato de potássio e 15 ml de ácido sulfúrico\ fosfórico, homogeneizando bem a solução no tubo Falcon e levou-se para o banho maria a 100 °C por 30 minutos, como visto na figura 4:

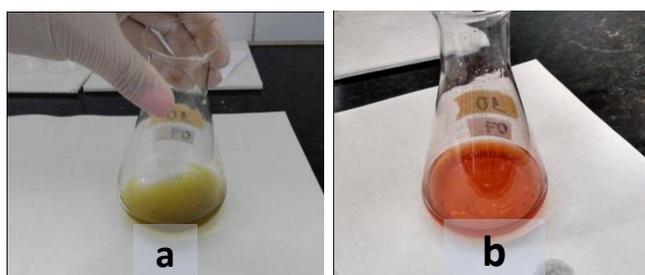
Figura 4: Amostras no banho maria.



Fonte: Próprio do autor, 2019

Após o esfriamento das amostras, transferiu-as para Erlenmeyer de 125 mL, adicionou-se 7 gotas do indicador ferroína e titulou-se com sulfato ferroso amoniacal. A cor da solução inicial é verde, passando para um vermelho-intenso final, conforme mostra respectivamente a figura 5 a e 5 b.

Figura 5: Mudança de cor das amostras, após titulação.



Fonte: Própria do autor, 2019.

Ao obter-se o resultado da respiração basal e da biomassa microbiana, pôde-se calcular o quociente metabólico segundo a equação a seguir:

$$qCO_2 \text{ (mgC- CO}_2\text{.g}^{-1} \text{ BMS-Ch}^{-1}\text{)} = \text{RBS/BMS-C}$$

Onde:

qCO_2 : Quociente Metabólico do Solo

RBS: Respiração Basal do Solo

BMS-C: Carbono da Biomassa Microbiana

2.5 Análises Estatísticas

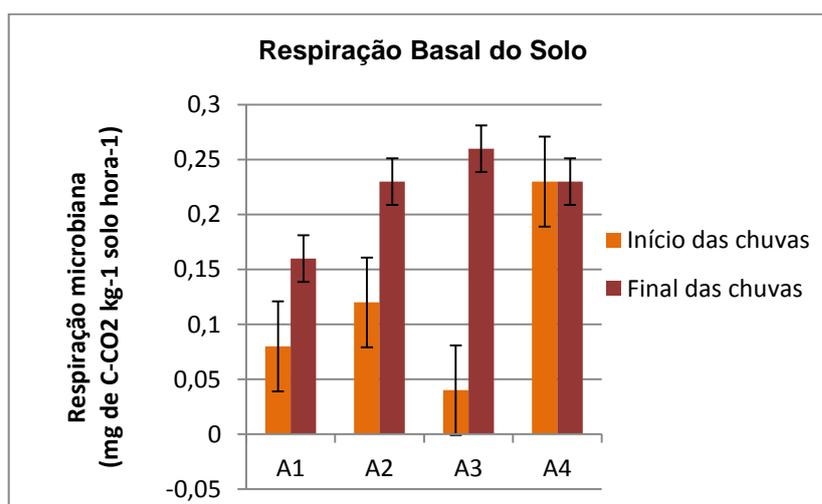
Os dados foram submetidos primeiramente ao teste t-Student a uma significância de 5%. E logo em seguida a análise de variância pelo teste ANOVA.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Características biológicas dos solos de Queimadas: Respiração Basal, Biomassa Microbiana e Quociente Metabólico.

Os resultados da respiração basal (RB) das amostras coletadas (A1:solo de mata nativa de caatinga, A2: solo de monocultivos, A3: solo degradado e A4: solo agroecológico) do início da estação chuvosa e do final da mesma estação, encontra-se no gráfico 1. Houve diferença significativa na liberação de CO₂ do solo degradado (A3) coletado no início das chuvas comparando com a coleta do final das chuvas. Percebeu-se que o solo agroecológico (A4) se manteve constante nos dois períodos avaliados, mostrando que mesmo no início das chuvas este solo apresentava alta taxa de respiração. Os solos (A1) e (A2) não apresentaram diferença em relação ao período de coleta.

Gráfico 1: Respiração Basal do Solo em períodos diferentes.



Fonte: Própria do autor, 2019.

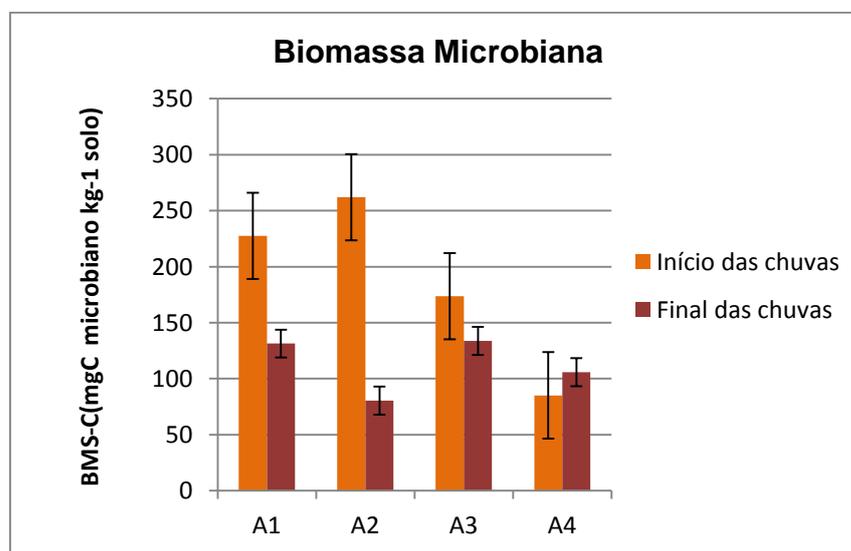
Altas taxas de respiração edáfica podem ocorrer tanto como resultado na oferta de grandes quantidades de C ou em resposta a fatores estressantes. Assim, alta respiração edáfica pode indicar estresse ecológico ou alto nível de produtividade dos ecossistemas (SOUZA, 2015). Nesse caso a alta taxa de respiração no solo agroecológico durante o início das chuvas está relacionada diretamente com o manejo que é adotado, como o plantio consorciado de árvores, palmas, frutíferas, leguminosas e cobertura vegetal, favorecendo um microclima favorável à maior diversidade e atividade dos microrganismos. Ao mesmo tempo o solo degradado apresentou baixa respiração no início das chuvas devido a pouca disponibilidade de matéria orgânica no solo. Paredes et al. (2011) corroboram com o fato de que em solos que detenham restos de culturas vegetais, acontece uma maior atividade microbiológica. No final da estação chuvosa constatou-se que todos os solos apresentaram um aumento na taxa de respiração, possivelmente devido à umidade presente no solo junto com a disponibilidade de matéria orgânica que restou dos ciclos das herbáceas anuais que surgem com as chuvas e desaparecem com ela.

Esse aumento na taxa de respiração durante e depois das chuvas foi observado também por Martins et al.(2010), afirmando que a melhoria nas condições hídricas proporcionou condições de desenvolvimento microbiano em todas as áreas estudadas. A atividade microbiana vista pela liberação de CO₂ está relacionada com as variações climáticas (DAMASCENO; SOUTO, 2014). Araújo (2005), diz que a respiração pode estar associada com as flutuações sazonais, e assim influenciando a atividade microbiana do solo.

A biomassa microbiana se encontra no gráfico 2. Observou-se que o solo de monocultivo (A2), apresentou uma taxa bem maior de biomassa microbiana no início das chuvas quando comparado com a coleta final da mesma estação. Isso aconteceu possivelmente por que antes do período chuvoso este solo apresentava uma boa quantidade de serapilheira, que se acumulou durante o período de estiagem, época que as plantas da caatinga perdem suas folhas. Com o passar das chuvas essa serapilheira foi carregada pelas águas, explicando a queda no resultado da biomassa após esse período.

Para Ramos et al. (2012) a cobertura vegetal é altamente influente sobre o microrganismos presentes em determinadas áreas, contribuindo com o fornecimento de material orgânico. Quando comparou-se o solo agroecológico, notou-se que a biomassa apresentou aumento no final da estação chuvosa. O que contribuiu para tal efeito foi o incremento de esterco caprino, que o proprietário utilizou 2 semanas depois da coleta do início das chuvas. Alterações na matéria orgânica podem ser rapidamente detectadas através da biomassa microbiana a qual estabelece uma relação íntima com o carbono orgânico disponível no solo. (ROSCOE et al., 2006, CHILDS, 2007 MENDES et al., 2009)

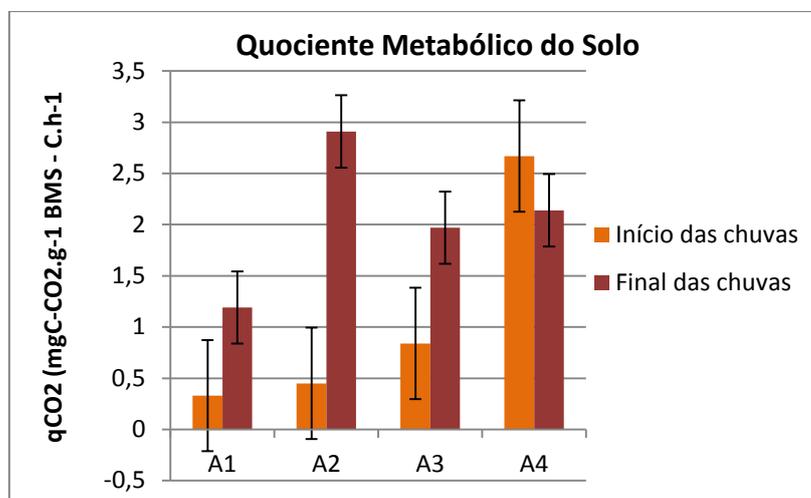
Gráfico 2: Biomassa Microbiana dos solos de diferentes manejos agrícolas



Fonte: Próprio do autor, 2019.

Após observar a respiração basal e a biomassa microbiana, pode-se estimar o quociente metabólico expresso no gráfico 3 a seguir.

Gráfico 3: Quociente Metabólico em duas épocas de coleta em diferentes manejos do solo.



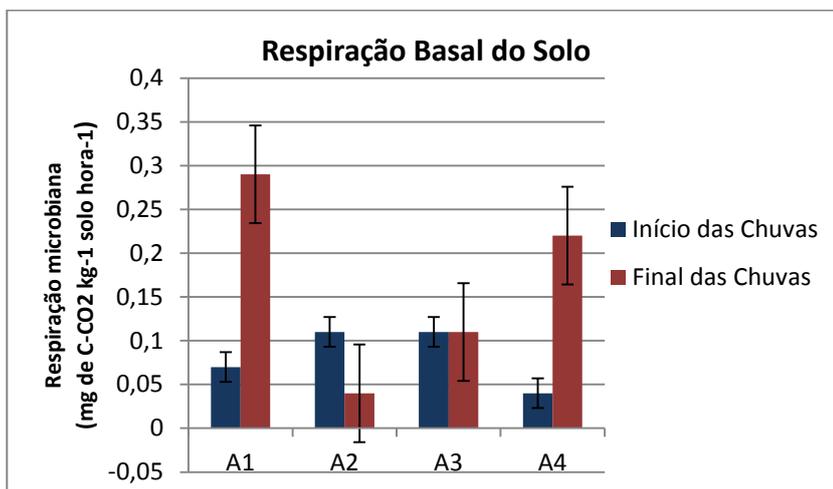
Fonte: Próprio autor, 2019.

O solo agroecológico apresentou maior quociente metabólico no início das chuvas comparado com final da mesma estação. Os demais solos apresentaram um resultado contrário, tendo um aumento no quociente metabólico depois das chuvas, quando comparados com o início, mostrando que a disponibilidade hídrica ativa o desenvolvimento microbiano em todos os sistemas. Segundo Roscoe et al. (2006) quocientes metabólicos elevados são indicativos de comunidades microbianas em estágios iniciais de desenvolvimento e com maior proporção de microrganismos ativos. Capuani et al (2012) afirma que áreas que apresentam aumento no quociente metabólico estão passando por condições adversas e recebendo um aporte de matéria orgânica de fora do sistema. A incorporação de resíduos de culturas ao solo aumenta o quociente metabólico (OCIO; BROOKES, 1990). No caso do solo agroecológico essa intensa movimentação de matéria orgânica está sempre acontecendo, seja vinda de fora ou através do próprio sistema. Mas segundo outros autores um aumento no quociente metabólico significa que a população microbiana está usando seu próprio carbono para sobreviver, ou seja, passando por um grau de perturbação e estresse muito alto. (ISLAM; WEIL, 2000, MELLONI et al., 2008, MATIAS et al. 2009). Dessa forma, menor quociente metabólico significa maior equilíbrio da biomassa microbiana (FERREIRA et al. 2017). Visto que com o passar das chuvas os microrganismos do solo agroecológico, diminuíram seu pico de atividade.

3.2 Características biológicas dos solos de Boqueirão: Respiração Basal, Biomassa Microbiana e Quociente Metabólico.

A Respiração Basal dos solos Boqueirão coletados no início e no final da estação chuvosa se encontram no gráfico 4.

Gráfico 4: Respiração Basal dos Solos de Boqueirão.

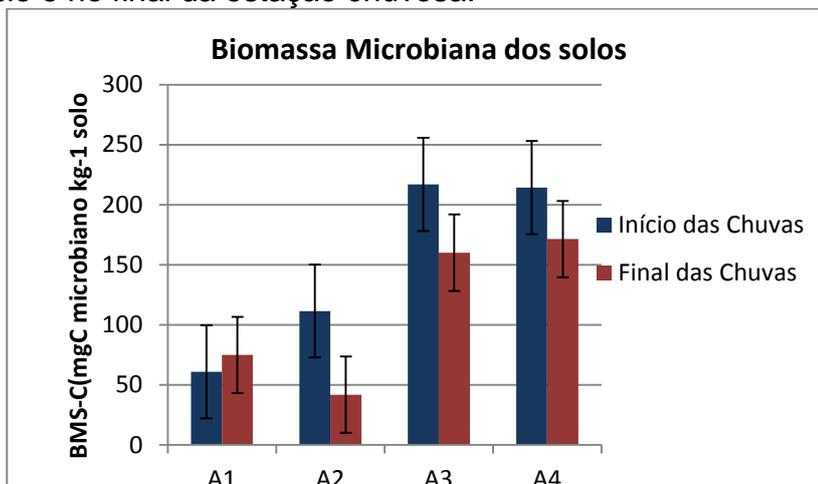


Fonte: Próprio autor, 2019.

Notou-se que o solo degradado e o solo de monocultivo não apresentaram diferença na respiração em relação ao período de coleta. Já o de Mata nativa e o agroecológico apresentaram um significativo aumento da respiração ao final do período chuvoso. Resultado semelhante foi visto por Ferreira et al. (2017) quando analisaram diferentes manejos de solo em épocas distintas, constataram que de forma geral, a respiração foi maior no pós-colheita, ou seja, no final do período de chuvas. Colman et al. (2013) também verificaram uma maior atividade microbiana em solos de mata nativa e em sistemas que integram várias espécies. Azevedo et al (2019) notaram em seus estudos que a umidade influenciou no aumento da respiração basal. Sabendo que os solos A1 e A4 apresentam uma cobertura vegetal segura, a umidade permanece mais tempo no solo, depois das chuvas.

Ao analisar a biomassa microbiana (Gráfico 5) viu-se que o solo de mata nativa (A1) apresentou baixo nível no início das chuvas em relação com o final. Diferentemente do estudo de Colman (2013) que verificou um aumento de biomassa microbiana em solos de mata nativa devido a grande disponibilidade de restos vegetais. Esse baixo nível da biomassa aconteceu possivelmente pelo motivo que a serapilheira foi consumida pelos animais (caprinos, ovinos e bovinos). Durante a estiagem a alimentação de animais em sistema de manejo extensivo se dá através da folhagem seca da caatinga. As propriedades das famílias agricultoras são pequenas, então a área de mata é a mesma de pastejo. Ao consumir-se a serapilheira, a matéria prima dos microrganismos foi enfraquecida, comprometendo o desenvolvimento microbiano.

Gráfico 5: Biomassa microbiana de solos do município de Boqueirão-PB, coletados no início e no final da estação chuvosa.

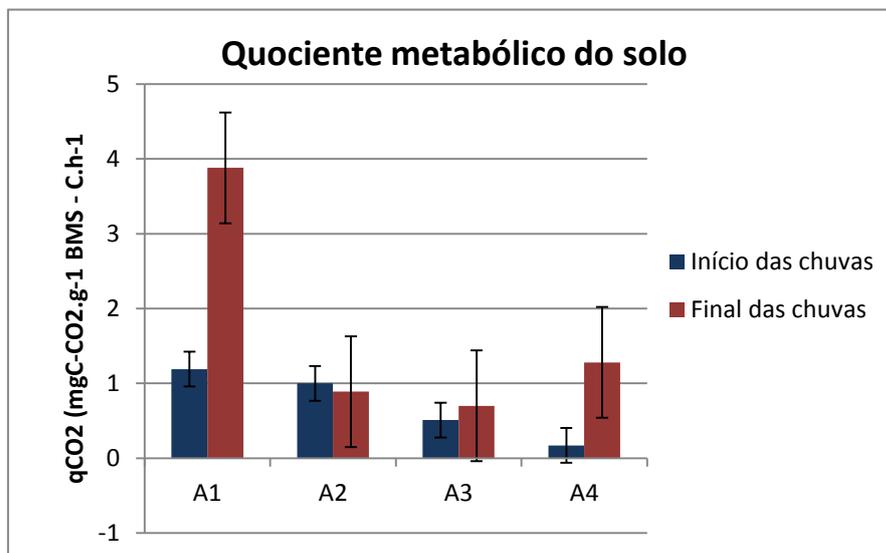


Fonte: Próprio autor, 2019.

O solo agroecológico não apresentou diferença significativa entre os períodos de coleta. O que provavelmente aconteceu é que esse sistema apresenta uma diversidade muito alta de espécies vegetais e conseqüentemente microbianas. Além disso, recebe um tratamento com esterco animal 2 vezes por ano e por ser um sistema de mais ou menos 8 anos, está atingindo um estado de clímax. Solos em sistemas mais próximos das condições naturais, como os SAFs, resultam em maior presença de raízes, que são responsáveis pela entrada de substratos de compostos como carbono, promovendo a diversidade de espécies e favorecendo o desenvolvimento microbiano (PEZARICO et al, 2013). Já o solo de monocultivo (A2) apresentou uma queda na biomassa microbiana na segunda coleta em relação à primeira. Provavelmente as primeiras enxurradas tenha lavado toda matéria orgânica desprendida do solo. Sistema de produção em monocultivo não permite outras espécies associadas, deixando o solo totalmente exposto às ações das chuvas. A Biomassa microbiana é diretamente influenciado pelos teores de matéria orgânica e pela umidade no solo (SILVA, 2018)

. Ao analisar o quociente metabólico visto no gráfico 6, nota-se que os solos A2 e A3 não apresentaram diferença significativa de um período para outro de coleta, já os solos A1 e A4 aumentaram significativamente o quociente metabólico após as chuvas.

Gráfico 6: Quociente metabólico de solos de diferentes manejos coletados no início e no final da estação chuvosa no município de Boqueirão.



Fonte: Próprio autor, 2019.

Maiores valores no quociente metabólico indicam uma maior emissão de CO₂ por unidade de carbono microbiano, significa que a área está passando por um estresse (ANDERSON e DOMSCH (1985)). O que pode ter levado esse crescimento foi a grande quantidade de matéria orgânica em decomposição, logo depois que teve contato com a água. A água favoreceu o intenso desenvolvimento das funções decompositoras dos microrganismos que antes disto estavam em latência devido à estiagem. Resultados semelhantes de um crescimento no quociente metabólico foram observados por Meireles (2019) em sistemas agroflorestais após receberem grande quantidade de matéria orgânica.

Ao comparar as áreas segundo os tipos de manejos, em dois momentos: primeiro no início e outro no final das chuvas, observou-se que nos dois municípios em estudo, nenhuma das áreas apresentou diferenças significativas. Essa diferença possivelmente não foi identificada, dado que o intervalo de coleta foi apenas dois meses. Considerando que o período de chuvas durante ano da pesquisa nesses municípios foi menor, comparado á anos anteriores. Mendes et al. (2004) mostram que é necessário um longo período de tempo acompanhando as áreas de estudo para obter resultados precisos sobre o desenvolvimento microbiano. Outra explicação é defendida pelos mesmos autores e está relacionada à adaptação gradativa dos microrganismos do solo em relação às mudanças do ambiente.

4 CONCLUSÃO

O período sazonal pré e pós-chuvas influenciou no aumento significativo da respiração basal e da biomassa microbiana dos solos de mata nativa tanto de Queimadas como de Boqueirão. Assim como o solo agroecológico de Boqueirão. Tal feito mostra que os ambientes que possuem um manejo mais natural, tende a possuir um maior desenvolvimento microbiano. Atribuísse esse fato, as interações ecológicas que são mantidas nessas áreas, devido à presença de um microclima local que garante a sobrevivência das pequenas vidas contidas no solo.

O fator hídrico foi muito relevante em todos os manejos, mas, nas áreas degradadas foi mais perceptível, através do aumento significativo da respiração basal com a presença da água, mostrando o potencial de recuperação que tem o semiárido, necessitando apenas um manejo adequado que conduza para esta regeneração.

Novas avaliações dos diferentes tipos de manejos do solo devem ser realizadas em um espaço de tempo maior. Podendo acompanhar-se gradativamente a atividade microbiana destas áreas. Juntamente com a análise de COT e do qMic (Coeficiente microbiano).

REFERÊNCIAS

ALTIERI, Miguel. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4.ed. – Porto Alegre : Editora da UFRGS, 2004.

ANDERSON, T.-H.; DOMSCH, K. H. **Determination of ecophysiological maintenance carbon requirements of soil microorganisms in a dormant state**. *Biology and Fertility of Soils*, v. 1, n. 2, p. 81-89, 1985.

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. **Indicadores biológicos de qualidade do solo**. Disponível em:
<<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6684>. Acesso em 01 de out. 2019..

AZEVEDO, Wagner dos Santos Lima et al. **Opuntia sp., fertilidade e sazonalidade climática podem influenciar a microbiologia do solo em área com SAF?**. *Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management*, v. 15, n. 4, 2019.

BELTRÃO, Breno Augusto et al. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado de Paraíba, diagnóstico do município de Queimadas**. CPRM, 2005.

BELTRÃO, Breno Augusto et al. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado de Paraíba, diagnóstico do município de Boqueirão**. CPRM, 2005.

CAPUANI, S, et al. **Atividade microbiana em solos, influenciada por resíduos de algodão e torta de mamona**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.16, n.12, p.1269–1274, 2012. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG

CAVALCANTE, Arnóbio; TELES, Marcelo; MACHADO, Marlon. **Cactos do semiárido do Brasil: Guia Ilustrado**. Campina Grande: INSA, 2013.

COLMAN, Bruno Agostini et al. **Indicadores microbiológicos para avaliação da qualidade do solo em diferentes sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. In: **Embrapa Agropecuária Oeste-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34., 2013, Florianópolis. *Ciência do solo: para quê e para quem: anais*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013.

CHILDS, Grisel Mariom Fernandez. **Efeitos de herbicidas na microbiota do solo em sistema fechado**. 2007.

DAMASCENO, João; SOUTO, Jacob Silva. **Indicadores biológicos do núcleo de desertificação do Seridó Ocidental da Paraíba**. *Revista de Geografia (UFPE)*, v. 31, n. 1, 2014.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. **Defining and assessing soil quality**. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Org.) *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: SSSA, 1994. p. 3-21

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.

HERNANI, Luiz Carlos. **Árvore do Conhecimento: Microrganismos**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/sistema_plantio_direto/arvore/CO NT000fwuzxobq02wyiv807fiqu9mw1rx0t.html>. Acesso em 29 de set. 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **IBGE**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/queimadas/panorama>>. Acesso em 28 de Set 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **IBGE**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/boqueirao/panorama>>. Acesso em 29 de Set 2019.

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. **Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh**. *Agriculture Ecosystems and Environment*, v. 79, n. 1, p. 9-16, 2000.

LARSON, William E.; PIERCE, Frank J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. **Defining soil quality for a sustainable environment**, n. defining soil qua, p. 37-51, 1994.

LEAL, Inara et al. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: ed UFPE, 2003.

MARTINS, Carolina Malala et al. **Atributos químicos e microbianos do solo de áreas em processo de desertificação no semiárido de Pernambuco**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, n. 6, p. 1883-1890, 2010.

MATIAS, M. C. B. S et al. **Biomassa microbiana e estoques de C e N do solo em diferentes sistemas de manejo, no Cerrado do Estado do Piauí**. *Acta Scientiarum Agronomy*. Maringá, v. 31, n. 3, p. 517-521, 2009.

MENDES, Iêda de Carvalho; JUNIOR, Fábio Bueno dos Reis. **Uso de Parâmetros Microbiológicos com indicadores para avaliar a qualidade do solo e a sustentabilidade dos Agroecossistemas**. Planaltina-DF, 2004.

MENDES, Iêda de C. et al;. **Bioindicadores para avaliação da qualidade dos solos tropicais: utopia ou realidade?** Planaltina-DF, Embrapa Cerrados, 2009.

MELLONI,R; MELLONI, E.G.P et al. **Avaliação da qualidade de solos sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no sul de Minas Gerais**. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 32, n. 2461-2470, 2008.

MEIRELES, Denisvaldo Artur de et al. **Atributos químicos e biológicos de um Antropossolo sob utilização de água residuária tratada no Semiárido**. 2019.

MMA: Ministério do Meio Ambiente; IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Monitoramento do desmatamento dos**

Biomass Brasileiros por satélite: monitoramento do bioma Caatinga 2008-2009. Brasília- DF: Centro de Sensoriamento Remoto- IBAMA, 2011.

OCIO, J. A.; BROOKES, P. C. **An evaluation of methods for measuring the microbial biomass in soils following recent additions of wheat straw and characterization of the biomass that develops.** Soil Biology and Biochemistry, v. 22, n. 5, p. 685-694, 1990.

PAREDES JÚNIOR, F. P. et al. **Atributos microbiológicos de um solo cultivado com cana-de-açúcar com e sem queima da palhada.** In: **Embrapa Agropecuária Oeste-Artigo em anais de congresso (ALICE).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia. Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas: anais.[Uberlândia]: SBCS: UFU, ICIAG, 2011. 1 CD-ROM., 2011.

PEZARICO, C. R. et al. **Indicators of soil quality in agroforestry systems.** Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 56, n. 1, p. 40-47, 2013.

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

ROSCOE, R. et al. **Biomassa microbiana do solo: fração mais ativa da matéria orgânica.** In: Roscoe, R.; Mercante, F.M. e Salton, J.C. (Eds.) – Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados, Embrapa, p. 163-198. 2006.

RAMOS, M.L.G. et al. **Efeito dos sistemas de manejo e plantio sobre a densidade de grupos funcionais de microrganismos, em solo de cerrado.** Bioscience Journal, v. 28, n. 1, p. 58-68, 2012.

SENA, Liara Mara Mendes de. **Conheça e Conserve a Caatinga- O bioma Caatinga.** Vol. 1. Fortaleza: Associação Caatinga, 2011.

SILVA, Thaianne Caroline Costa Barros. **Efeito da cobertura do solo sobre atributos físicos e microbiológicos.** 2018.

SILVA, Edmilson Evangelista da; DE AZEVEDO, Pedro Henrique Sabadin; DE-POLLI, Helvécio. **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO₂).** Embrapa Agrobiologia-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2007.

SOUZA, Kathiianne Rodrigues de. **Biomassa microbiana do solo em áreas sob diferentes manejos e caatinga no vale do submédio São Francisco.** 2015.

VANCE, E.D; BROOKES, P.C; JENKINSON, D.S. **An extraction method for measuring soil microbial biomass C.** Soil Biology Biochemistry, v. 19, n. 7, p. 03-707, 1987.

XAVIER, Maurício da Silva. **Impactos socioeconômicos no município de Queimadas/PB.** 2011.