



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

**BIOINDICADORES DE QUALIDADE DE SOLOS AFETADOS
PELA EXPLORAÇÃO DE GRANITO**

LYANDRA MARIA DE OLIVEIRA

**POMBAL/PB
2022**

LYANDRA MARIA DE OLIVEIRA

**BIOINDICADORES DE QUALIDADE DE SOLOS AFETADOS
PELA EXPLORAÇÃO DE GRANITO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora - Prof.^a D. Sc. Adriana Silva Lima

POMBAL/PB

2022

O48b Oliveira, Lyandra Maria de.
Bioindicadores de qualidade de solos afetados pela exploração
de granito / Lyandra Maria de Oliveira. – Pombal, 2022.
32 f. il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia)
– Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e
Tecnologia Agroalimentar, 2022.

“Orientação: Profa. Dra. Adriana Silva Lima.”

Referências.

1. Microbiologia do solo. 2. Exploração mineral. 3. Semiárido. I.
Lima, Adriana Silva. II. Título.

CDU 631.461(043)

LYANDRA MARIA DE OLIVEIRA

**BIOINDICADORES DE QUALIDADE DE SOLOS AFETADOS PELA
EXPLORAÇÃO DE GRANITO**

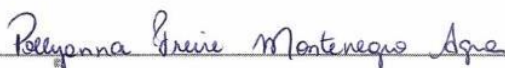
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Agronomia do Centro de Ciências e
Tecnologia Agroalimentar da Universidade
Federal de Campina Grande, para
obtenção do grau de Bacharel em
Agronomia.

Aprovada em: 10/06/2022

BANCA EXAMINADORA



Orientadora - Prof.^a D. Sc. Adriana Silva Lima
(CCTA/UAGRA/UFMG)
Orientadora



Membro – Prof.^a D. Sc. Pollyanna Freire Montenegro Agra
(CCTA/UAGRA/UFMG)
Examinador Interna



Membro – M. Sc. Janiny Vieira de Abrantes
Engenheira Agrônoma
Examinadora Externa

POMBAL-PB

2022

DEDICATÓRIA

Ao meu avô João Eusébio de Oliveira (*in memorian*), à Santa Oliveira (*in memorian*), e a minha querida Tia/Mãe Maria do Socorro de Oliveira, por sempre acreditarem em mim, por oferecer o bem mais valioso que existe: A educação.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir que tudo isso acontecesse ao longo da minha vida, e não somente nestes anos de graduação, mas que em todos os momentos é o maiormestre que alguém pode conhecer.

Ao meu avô João Eusébio de Oliveira (*in memorian*), eu agradeço por definitivamente tudo: Minha criação, educação, força de vontade, e determinação.

A Santa Oliveira (*in memorian*), por toda a força, apoio e lições que foram repassadas à minha pessoa através de palavras e de seu exemplo de vida.

A toda minha família (Mãe – Maria Cleonice de Oliveira, minha tia Maria do Socorro de Oliveira, e a minha irmã Kesia Lisania), por me incentivar a estudar, e vencer por meio dos estudos. Por mostrar que esse era o caminho certo a serpercorrido.

Ao meu namorado Francisco Leonardo Roque, que está comigo desde o ensino médio, do cursinho pré-vestibular, na aprovação do curso, e em todos os momentos ao longo desses anos. Você foi companheiro, compreensível, amoroso e meu principal apoiador.

À Renally Cristine Martins de Oliveira e a Joyce Rayane Carlos Gomes, por toda amizade, conselhos repassados e vibrações em cada conquista.

À Amanda Pereira da Costa, por toda amizade e irmandade ao longo dessa trajetória acadêmica.

À Universidade Federal de Campina Grande, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Programa de Educação Tutorial - Pet Agronomia, na pessoa do Tutor KilsonPinheiro Lopes que acreditou no meu potencial desde o início do curso e contribuiu de forma eficiente para minha formação.

À minha orientadora Adriana Silva Lima, pela paciência, compreensão, inteligência, fé e devoção. Seu exemplo nessa área é de fundamental importância para mim.

A todos os meus amigos, e demais pessoas queridas pelo constante incentivo, força e conforto durante toda a minha jornada acadêmica.

Muito Obrigada.

LISTA DE FIGURAS

Páginas

Figura 1. Médias do Logaritmo de Unidades formadoras de colônias(UFC) de células de actinomicetos, bactérias e fungos, nas áreas explorada mineralmente, e hoje se encontra parada (A1), uma segunda área onde mantém ativa a exploração mineral do granito (A2), e uma terceira área que nunca foi explorada, ou afetada, definida como área de referência (AR), no sítio Baixio do Lamarão, na zona rural do município de Vieirópolis-PB, 2022 23

Figura 2. Logaritmo de Unidades formadoras de colônias (UFC) de células de actinomicetos, nas áreas explorada mineralmente, e hoje se encontra parada (A1), uma segunda área onde mantém ativa a exploração mineral do granito (A2), e uma terceira área que nunca foi explorada, ou afetada, definida como área de referência (AR), no sítio Baixio do Lamarão, na zona rural do município de Vieirópolis-PB, 2022..... 23

Figura 3. Logaritmo de Unidades formadoras de colônias (UFC) de células de bactérias, nas áreas explorada mineralmente, e hoje se encontra parada (A1), uma segunda área onde mantém ativa aexploração mineral do granito (A2), e uma terceira área que nunca foi explorada, ou afetada, definida como área de referência (AR), no sítio Baixio do Lamarão, na zona rural do município de Vieirópolis-PB, 2022 24

Figura 4. Logaritmo de Unidades formadoras de colônias (UFC) de células de fungos, nas áreas explorada mineralmente, e hoje se encontra parada (A1), uma segunda área onde mantém ativa a exploração mineral do granito (A2), e uma terceira área que nunca foi explorada, ou afetada, definida como área de referência (AR), no sítio Baixio do Lamarão, na zona rural do município de Vieirópolis-PB, 2022 25

LISTA DE TABELAS

Páginas

Tabela 1. Principais indicadores físicos, químicos, e biológicos, suas relações com a qualidade do solo 16

Tabela 2 Valores dos atributos químicos do solo, caracterizados por meio de análise em laboratório das áreas exploradas mineralmente, e hoje se encontra parada (A1), uma segunda área onde mantém ativa a exploração mineral do granito (A2), e uma terceira área que nunca foi explorada, ou afetada, definida como área de referência (AR), no sítio Baixio do Lamarão, na zona rural do município de Vieirópolis-PB, 2022 19

Tabela 3. Resumos das análises de variância das fontes de variação áreas sob mineração e ocorrência de microrganismos para a variável de densidade obtida por Log UFC de microrganismos (actinomicetos, bactérias e fungos). 22

SUMÁRIO

1INTRODUÇÃO	11
2REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Caatinga	13
2.2 Exploração mineral.....	14
2.3 O Granito como Rocha Ornamental.....	15
2.4 Qualidade do solo.....	15
2.5 Impactos ambientais causados pela exploração mineral.....	17
3MATERIAL E MÉTODOS	19
4RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS.....	30

RESUMO

As ações antrópicas, como práticas agrícolas impróprias e a exploração mineral vem causando degradação ao solo, e dentre essas, o manejo inadequado da exploração de granito é destaque em regiões semiáridas. Objetivou-se com o trabalho avaliar a alteração de indicadores microbiológicos da qualidade de solos afetados pela exploração de granito na zona rural de Vieirópolis-PB. O delineamento empregado foi o inteiramente casualizado, fazendo-se uso de três repetições. Foram coletadas amostras compostas de solo de três áreas, sendo uma a área de referência (AR), nunca explorada; uma área onde há seis anos foi explorada, mas atualmente a mineração segue desativada, (A1), e uma terceira área (A2), que mantém atividade de exploração pelos últimos seis anos e atualmente encontra-se em plena atividade. Os atributos biológicos analisados foram constituídos por ocorrência e densidade de actinomicetos, bactérias e fungos, sendo avaliados por meio da contagem de unidades formadoras de colônias do método de diluições seriadas das amostras de solo, em meios de culturas específicos para cada grupo de microrganismos, sendo utilizado o meio batata dextrose ágar acrescido de amido, ágar nutriente e batata dextrose ágar para cada grupo de microrganismo citado, respectivamente. Em todas as amostras áreas estudadas foram detectadas a ocorrência de actinomicetos, bactérias e fungos. A densidade de bactérias foi maior nas três áreas estudadas. A densidade de bactérias não foi alterada pela exploração mineral de granito. Sendo que as densidades de actinomicetos e fungos, das áreas com o processo de exploração mineral de granito no solo, foram inferiores as da área de referência, indicando que foram afetados.

Palavras-chave: microbiologia do solo, semiárido, exploração

ABSTRACT

Human actions, such as improper agricultural practices and mineral exploration have been causing soil degradation, and among these, the inadequate management of granite exploration is highlighted in semi-arid regions. The objective was to evaluate the alteration of microbiological indicators of the quality of soils affected by the exploitation of granite in the rural area of Vieirópolis-PB. The design used in the experiment was completely randomized, using three replications. Soil samples were collected from three areas, one being the reference area (AR), never explored; an area where it was explored six years ago, but currently mining remains inactive, (A1), and a third area (A2), which has been operating for the last six years and is currently in full operation. The biological attributes analyzed were constituted by the occurrence and density of actinomycetes, bacteria and fungi, being evaluated through the counting of colony forming units of the method of serial dilutions of soil samples in specific culture media for each group of microorganisms, being used the medium potato dextrose agar plus starch, nutrient agar and potato dextrose agar for each mentioned group, respectively. In all samples studied areas, the occurrence of actinomycetes, bacteria and fungi were detected. The density of bacteria was higher in the three areas studied. Bacteria density was not altered by granite mineral exploration. The densities of actinomycetes and fungi in the areas with the granite mineral exploration process in the soil were lower than in the reference area, indicating that they were affected.

Keyword: soil microbiology, semi-arid, exploration

1 INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga é exclusivamente brasileiro, e ocupa uma área de 844.453 quilômetros quadrados, sendo 54% da área presente na região nordeste, que equivale a 11% de todo território nacional (ANDRADE et al., 2005). Esse bioma é composto graças a sua relação direta com as atividades desenvolvidas pelos habitantes da região, topografia, sistema fluvial, e sua qualidade do solo (ALVES et al., 2009).

A Caatinga é constituída de espécies que possuem características fisiológicas complexas, devido às condições ambientais únicas das regiões que pertence (TROVÃO et al., 2007). A biodiversidade do bioma Caatinga possui relevante importância tanto nacional, como mundial, por apresentar determinadas espécies vegetais e animais que ocorrem somente em certas áreas geográficas (LEAL et al., 2005).

Além do endemismo presente na Caatinga, apresenta solos ricos mineralmente e produtivos. No entanto a atividade de exploração mineral presente nos estados que compreende o bioma Caatinga proporciona impactos diretos e indiretos de diferentes naturezas na área, e sobre o solo explorado, como no seu entorno (PETINARI et al., 2008).

Todos os impactos gerados sobre o solo, à vegetação, e os recursos hídricos são definidos como alterações estéticas, físicas, químicas, e biológicas sobre a determinada área, que depende de forma direta da geologia da região, como também a vegetação presente, o relevo, solo local, e o tipo de minério extraído (SILVA NETO, 2013).

A realização de análise dos indicadores, físicos, bioquímicos, e biológicos do solo degradado, ou até mesmo em processo de recuperação, se faz de extrema importância para obter as informações necessárias quanto à qualidade do ambiente, e da sustentabilidade do ecossistema aos tratamentos a serem indicados, e analisados (SILVA NETO et al., 2012).

Os indicadores para o monitoramento da qualidade do solo, são uma importante temática que vem crescendo e ganhando força. Sendo definido como um sinal que aponta uma determinada condição (GALLOPÍN, 1996). Diversas instituições e órgãos internacionais buscam indicadores simples, que

são capazes de abordar as relações presentes no meio ambiente, com a finalidade de atingir o desenvolvimento sustentável (FREITAS et al., 2013).

Os microrganismos do solo podem ser utilizados como indicadores da qualidade do solo, graças a sensibilidade dos mesmos com às condições adversas do ambiente em questão (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007; LOURENTE et al., 2011).

Há uma empresa de mineração, que possui uma filial localizada na zona rural do município de Vieirópolis-PB, desde 2006, tendo como principal atividade a extração de granito e beneficiamento associado. A empresa trouxe importantes avanços para a economia regional e nacional, por meio da maior geração de renda para as famílias da região e a comercialização dos minerais para os centros urbanos de todo país (COSTA et al., 2009).

Apesar do ponto positivo sobre a geração de empregos, e aumento socioeconômico na região, o processo de exploração, quando realizado de forma inadequada, pode causar a degradação do solo, por meio da escavação desenfreada, e a abertura profunda das trincheiras (COSTA et al., 2009).

Diante desse exposto, a realização de uma avaliação do solo com o uso de indicadores biológicos, torna-se importante para o estabelecimento de práticas exploratórias adequadas para recuperação, manutenção, e melhoria da qualidade do solo, desde a curto a longo prazo.

Dessa forma, o trabalho tem como objetivo caracterizar a alteração de bioindicadores da qualidade do solo afetados pelo processo de exploração mineral no município de Vieirópolis-PB.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caatinga

O bioma Caatinga tem como principal característica ambientes intrínsecos, com elevadas temperaturas e sensação térmica, além do acentuado déficit hídrico, resultado de uma alta isolamento, e consequente evapotranspiração, com uma precipitação pluviométrica variável de um ano para outro (SANTANA; SOUTO, 2011). Possuindo uma precipitação média anual de 750mm, concentrada nos períodos chuvosos e , com temperatura média anual em torno de 26 C. Geralmente com solos pouco desenvolvidos, mas mineralmente ricos, pedregosos, com pouca espessura, e baixa capacidade de retenção de água. Além da predominância de cobertura vegetal xerófila, mas que apresenta também alguns outros tipos de florestas, como as perenifólias, subperenifólias, ripárias e cerrado (ALVES et al., 2009).

Reconhecidamente a Caatinga é um bioma, e exclusivamente brasileiro, tornando um grande patrimônio biológico, com elevado potencial para atividades produtivas e exploratórias (VIEIRA et al., 2009). No entanto, nota-se que é o bioma brasileiro menos estudado entre suas regiões naturais, como também o que possui menos unidades de conservação legal, sofrendo assim várias alterações decorrentes do uso insustentável de seus recursos naturais finitos, e tendo como consequência à perda de espécies, a eliminação de processos ecológicos, como também a formação de núcleos de desertificação nessa região (LEAL et al., 2005). Além disso, é estimável que uma área superior a 50% desse bioma vem sendo explorada pelo homem (ALVAREZ et al., 2012).

A exploração mineral, e produção agrícola vem sendo realizada com o emprego de práticas inadequadas, como o desmatamento, queimadas, e exploração desenfreada, causando assim perdas consideráveis na biodiversidade desse ecossistema e na capacidade produtiva do solo, tendo como consequências impactos socioeconômicos negativos na região (ARAÚJO FILHO, 1997).

Nota-se que as áreas que são degradadas, mesmo que sejam depois abandonadas, há uma grande dificuldade para a regeneração das espécies

nativas da região (COSTA et al., 2009). Por certo, todos os estudos que venham indicar os altos níveis de degradação em determinado ecossistema nessa região se fazem importante para o estabelecimento de práticas ambientais necessárias e adequadas.

2.2 Exploração mineral

Historicamente a exploração dos primeiros minerais datam 300.000 anos a.C, e tratava da obtenção de sílex e cherte para fabricar utensílios, e armas de pedra. Na época, as pedreiras levavam à criação de galerias e trincheiras, que logo mais tarde se tornaram poços, que no final chegaram às primeiras explorações subterrâneas (TROVÃO et al., 2007).

À mineração é definida como os processos, e atividades industriais que tem como objetivo extrair substâncias minerais por meio de depósitos ou massas minerais. No entanto, a imagem negativa desta atividade junto à sociedade deve-se aos impactos que a mesma causa no meio ambiente (SILVA et al., 2015).

Sabemos que tal atividade exerce forte, e alta interferência no ambiente natural, que acaba por contribuir para sua deterioração, por tratar da extração frequente de recursos naturais do solo, e subsolo, por meio das mais variadas práticas, tipos e usos (LEAL, 2005).

A prática de exploração mineral é reconhecidamente uma das mais impactantes ao meio ambiente, tendo em vista os diversos impactos que essa pode ocasionar, como por exemplo, à degradação visual da paisagem, do solo, do relevo, além das alterações na qualidade das águas, gerando danos diretos e indiretos às populações que vivem em torno dos projetos de extração mineraria, como também à saúde das pessoas diretamente envolvidas no empreendimento (DIAS, 2010).

A exploração de minérios é um desafio para o conceito e definição de desenvolvimento sustentável que conhecemos, pois retiram da natureza recursos naturais exauríveis, o que implica na impossibilidade da renovação dos mesmos, ao longo do tempo (BRASIL, 1972). Segundo Ramos (2012):

“... os padrões atuais de produção e consumo impõem cada vez mais pressões sobre o meio ambiente,

limitando severamente as suas condições de sustentabilidade, o que pode ser traduzido em dificuldades crescentes para as futuras gerações “.

2.3 O Granito como Rocha Ornamental

O granito é definido como uma rocha eruptiva, sendo composta por três importantes minerais, mica, feldspato alcalino, e o quartzo, tendo uma textura geralmente granular, aparecendo elementos passíveis de serem observados a olho nu, de forma simples (CHAER et al., 2007).

A rocha do tipo granito é altamente abundante na costa terrestre, tendo como principal característica a dureza, como também a variedade de formas apresentadas por meio da sua estrutura. Tendo como origem o magma, pode ser facilmente encontrada no complexo de minerais e cristais do Brasil (LEAL 2005).

A utilização e aproveitamento do granito, se faz importante e possui um ponto de vista técnico, para observar de forma eficiente duas características principais, sendo: as propriedades físicas, e mecânicas adequadas para sua utilização, como também o aspecto decorativo. As propriedades físicas e mecânicas presentes, vão definir valores e orçamentos, cuja observância se faz desejável para que o material utilizado, para determinadas finalidades, possa manter suas características visíveis, e esteticamente por um longo período (DIAS, 2010).

2.4 Qualidade do solo

O solo é um recurso natural, extremamente necessário para o funcionamento dos ecossistemas, sendo esse originado por meio da interação entre três principais fatores: físico, químico e biológico (DORAN 1997). Esse é um dos principais componentes para o cultivo, e produção vegetal, sendo que uma boa qualidade do solo pode garantir produtividade nos agroecossistemas, que acaba por interferir de forma positiva em relação aos fatores do fluxo e qualidade de água, biodiversidade, como também o equilíbrio de gases atmosféricos (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

Três fatores importantes do solo relacionados ao ambiente, como também a agricultura, são a disponibilidade do meio para o crescimento da matéria vegetal, também do habitat para os animais e os microrganismos, além da regulação do fluxo de água no meio, para servir de proteção para o ambiente, graças a atenuação, e decomposição de certos compostos químicos que são prejudiciais ao mesmo (PARIDA et al., 2005).

Desde o século XX, o debate em torno da qualidade do solo vem ganhando força, e sendo intensificado por meio da comunidade acadêmica e científica, que estuda a relação entre a degradação dos recursos naturais finitos, e a sustentabilidade da agricultura, com a função do solo nesse determinado contexto (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009), sendo os principais indicadores físicos, químicos, e biológicos, suas relações com a qualidade do solo apresentados na tabela 1.

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

Indicadores	Relação com a qualidade do solo
Matéria orgânica do solo (MOS)	Fertilidade, estrutura e estabilidade do solo
Físicos	Retenção e transporte de água e nutrientes.
Estrutura do Solo	Movimento de água e porosidade do solo.
Infiltração e densidade do solo	Armazenamento e disponibilidade de água.
Capacidade de retenção de umidade	
Químicos	Atividade biológica e disponibilidade de
Ph	nutrientes.
Condutividade elétrica	Crescimento vegetal e atividade microbiana.
Conteúdo de N, P e K	Disponibilidade de nutrientes para as plantas.
Biológicos	Atividade microbiana e reposição de nutrientes.
Biomassa microbiana	Produtividade do solo e potencial de
Mineralização de nutrientes (N, P e K)	suprimento de nutrientes.
Respiração do solo	Atividade microbiana
Fixação biológica do N ₂ (FBN)	Potencial de suprimento de N para as plantas
Atividade enzimática do solo	Atividade microbiana e catalítica no solo.

Fonte: Araújo; Monteiro (2007).

De forma tradicional, e frequentemente mais utilizada para determinar a diversidade microbiológica do solo, a técnica de contagem (UFC), Unidades Formadoras de Colônia, inoculando os microrganismos pelo método de diluição

seriada e suspensão do solo, permite avaliar de forma mais eficiente a densidade populacional de microrganismos cultiváveis (NETO et al., 2012).

Sendo assim, por meio dessas avaliações pôde-se estabelecer relações ecológicas que rotineiramente acontecem no solo, e também relacionar essas aos fatores que associam o equilíbrio microbiológico, e sua relação com os diferentes grupos e espécies de microrganismos do solo (PEREIRA et al., 2000).

2.5 Impactos ambientais causados pela exploração mineral

Sabemos que são diversos os impactos ambientais ocasionados pela exploração desordenada de minério, como os danos diretos na alteração de paisagens, contaminação de rios, lagos e mares, além do solo. Mesmo sendo considerada uma importante prática para o desenvolvimento socioeconômico das civilizações, levando em consideração que os impactos são encontrados em quase todas as explorações que geram os bens de consumo, tais atividades e práticas podem apresentar potencial danos e impactos ambientais sobre o ambiente (ALVES et al., 2009).

De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o impacto ambiental é definido no artigo 1º da Resolução Conama-001 de 1986 como:

“[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam o bem-estar e a saúde da população; as atividades socioeconômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais”
(COSTA et al., 2009).

No processo de exploração mineral sobre o solo, os impactos podem ser ocasionados desde o planejamento do projeto, nas etapas de implantação, operação até a desativação de tal atividade. Assim, é importante, antes de iniciar a prática em questão, a realização de avaliação dos quais futuros e

possíveis danos negativos que podem ser causados diretamente sobre o ambiente na área a ser explorada (DIAS, 2010).

A degradação da paisagem natural é um dos principais impactos gerados pelo processo de exploração do solo. A prática de mineração mais comum utilizada pelos brasileiros é a lavra a céu aberto, essa forma necessita que seja desmatada uma parte da área e ocorra a retirada do solo fértil, chamada pelos mesmos de estéril, por possuírem um baixo teor de minério, ou granito. Essa determinada atividade torna o solo impróprio para o cultivo e plantio de espécies agrícolas, graças a forma como a área é recortada, em blocos, deixando a região repleta de degraus e trincheiras, modificando assim toda paisagem natural (VIEIRA et al., 2009).

Para que a exploração ocorra a céu aberto, é adotada como primeira etapa do processo a retirada de toda cobertura vegetal do solo, fazendo com que diversas áreas sejam desmatadas, podendo sofrer com o processo de desertificação, e provocando alterações climáticas, causando prejuízo direto sobre a fauna e à flora local (CHAER et al., 2007).

Durante o processo de retirada do solo fértil, com seu posterior recorte, o mesmo acaba ficando desnudo, fazendo com que haja perda da fertilidade, favorecendo a compactação. Na medida em que o procedimento avança o solo corre risco de ser contaminado, graça à alta concentração de rejeito resultante da atividade. Neste caso, diversas áreas agricultáveis tornam-se improdutíveis para o cultivo e plantio de espécies agrícolas, resultado das substâncias que permanecer por um longo tempo no solo (DIAS, 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na zona rural do município de Vieirópolis-PB, precisamente no sítio Baixio do Lamarão, situado na mesorregião do Sertão Paraibano, coordenadas 7° 07' 45. 48" S, e 36° 42' 45.66" O (IBGE, 2014).

O município de Vieirópolis-PB, corresponde a uma área de 116,30 km². Há uma dominância de solo argiloso, com textura areno-argiloso, com diversas pedras de vários tamanhos e formas, com um regime de escoamento intermitente, e o padrão de drenagem é o dentrítico (IBGE, 2014).

Nesta região, o relevo encontra incluso na denominada “planície sertaneja”, na qual é constituído por um extenso pediplano arrasado, em que localmente destacam elevações residuais alongadas e alinhadas com o “*trend*” da estrutura geológica regional (BRASIL, 1972).

Com uma temperatura média anual oscilando em torno de 27 C, com mínima de 22 C, e máxima de 38 C. Com período chuvoso, irregular, que estende geralmente de janeiro a maio com precipitação média em torno de 894 mm (BRASIL, 1972). As análises dos atributos químicos do solo são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 Valores dos atributos químicos do solo, caracterizados por meio de análise em laboratório das áreas exploradas mineralmente, e hoje se encontra parada (A1), uma segunda área onde mantém ativa a exploração mineral do granito (A2), e uma terceira área que nunca foi explorada, ou afetada, definida como área de referência (AR), no sítio Baixio do Lamarão, na zona rural do município de Vieirópolis-PB, 2022.

Atributos químicos	A1	A2	AR
pH (H ₂ O)	6,34	6,23	5,95
P (mg kg ⁻¹)	166	203	120
M.O (gkg ⁻¹)	0,21	0,32	11,28
Al ³⁺	0,00	0,00	0,00
H+Al ³⁺	0,99	0,99	1,82
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,17	0,18	0,75
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,41	0,47	0,13
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	5,00	4,80	4,00
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	3,80	3,80	2,10
CTC (cmol _c dm ⁻³)	10,37	10,23	8,80

pH em água, P, K⁺ e Na⁺: Extrator Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺: Extrator KCl 1,0 mol L⁻¹, H⁺+Al³⁺: Extrator acetato de Ca²⁺ 0,5 mol L⁻¹ pH 7;. CTC (t) – Capacidade de Troca Catiônica Efetiva.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, e esquema fatorial 3X3, sendo três grupos de microrganismos estudados (actinomicetos, bactérias e fungos, capturados em meios de cultivos específicos), e três áreas estudadas, divididas em quatro subáreas e estas em três subparcelas, totalizando 12 subparcelas experimentais por área.

As áreas foram selecionadas da seguinte forma: sendo uma área definida como (AR), nunca explorada; uma área onde há seis anos foi explorada, mas atualmente a mineração segue desativada (A1), e uma terceira área (A2), que mantém atividade de exploração pelos últimos seis anos e atualmente encontra-se em plena atividade.

A área de caatinga, que nunca houve exploração mineral, definida como área de referência para avaliação (Área Preservada - R), demarcada medindo 60x50 m, sendo dividida em quatro parcelas de 30x25 m, e estas em três subparcelas, medindo cada uma 10 x 8,3 m, aproximadamente.

Nas áreas exploradas (A1 e A2), demarcadas medindo 100x110 m, sendo divididas em quatro quadrados de 50 x 55 m, e estes divididas em três subparcelas de 16,7 x 18,3 m, aproximadamente.

Em cada subparcela, foram coletadas, na camada de 0-20 cm, cinco amostras simples para formação de uma amostra composta, totalizando 36 amostras compostas.

As amostras compostas contendo em média um quilograma foram acondicionadas em sacos plásticos, fechados e levados para o laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, onde, na sua chegada, foram armazenadas em 'freezer' com a temperatura em torno de 20°C negativos para preservação dos atributos biológicos do solo, para realização das posteriores análises, no laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande.

Os atributos biológicos avaliados foram a análise da densidade microbiológica do solo, por meio da densidade total de actinomicetos, bactérias e fungos. Para tal, as amostras de solo foram deixadas em temperatura ambiente por cerca de oito horas, para reestabelecimento da temperatura real e atividade microbiológica. Dez gramas de amostra de cada solo foram diluídos

separadamente em erlenmeyers com solução salina a 0,85%, sendo posteriormente submetidas à agitação em agitador mecânico a 120 rpm por trinta minutos.

As amostras agitadas foram diluídas em tubos de ensaio com solução salina a 0,85% do 10^{-1} a 10^{-7} para actinomicetos, bactérias e fungos, sendo plaqueadas as três últimas diluições nos meios nutritivos, utilizando-se três repetições analíticas.

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

A ocorrência e a densidade foram avaliadas por meio da técnica da contagem das unidades formadoras de colônia (UFC), multiplicadas pelo fator de diluição e aplicado logaritmo conforme (ARAÚJO et al., 2007).

Os dados foram submetidos a análise exploratória, com o intuito de verificar se atendiam aos pressupostos da análise de variância aplicando-se o teste F, sendo que, havendo efeito significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, por meio do programa estatístico SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as amostras das áreas exploradas de granito, sendo a primeira já explorada, e hoje se encontra parada (A1), a segunda área com atividade ativa de exploração (A2), e a terceira definida como área de referência (AR), foram detectadas a presença de bactérias, fungos e actinomicetos.

Conforme resumo da análise de variância apresentados na Tabela 2, constatou-se que não houve efeito significativo para as áreas, e houve efeito significativo para microrganismos e para a interação, a 1% de probabilidade pelo teste F.

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

FV	GL	Log UFC
		Quadrados médios
Áreas	2	0,136148 ^{ns}
Microrganismos	2	67,123333 ^{**}
Áreas*Microrganismos	4	0,867037 ^{**}
Erro	71	0,153983
CV (%)	-	4,89

Em todas as amostras das áreas mineradas A1 e A2 - Área de referência (AR), foram detectadas a ocorrência de actinomicetos, bactérias e fungos (Figura 1).

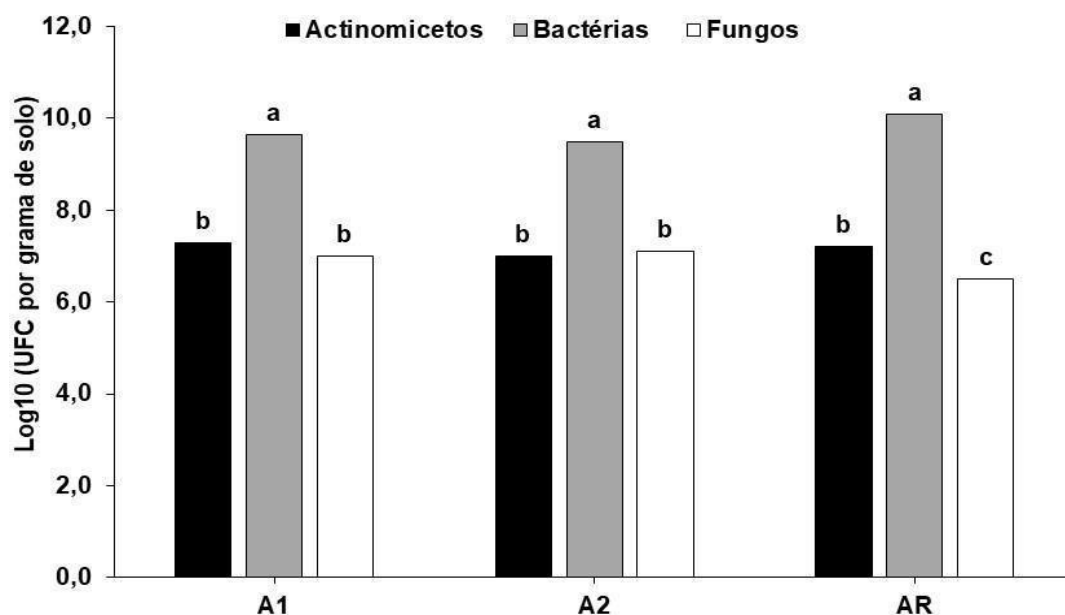


Figura 1. Médias do Logaritmo de Unidades formadoras de colônias (UFC) de células de actinomicetos, bactérias e fungos, nas áreas explorada mineralmente, e hoje se encontra parada (A1), uma segunda área onde mantém ativa a exploração mineral do granito (A2), e uma terceira área que nunca foi explorada, ou afetada, definida como área de referência (AR), no sítio Baixio do Lamarão, na zona rural do município de Vieirópolis-PB, 2022.

Os valores de Logaritmo de Unidades formadoras de colônias (UFC) encontradas para actinomicetos no meio BDA acrescido de amido variaram de 7,00 a 7,7 células por grama de solo. Para a densidade de actinomicetos, o maior valor ocorreu na A1 (Figura 2).

Significa que na área A1, que já foi explorada mineralmente, mas se encontra parada, hoje os números crescentes de actinomicetos presentes no solo tem contribuído para sua manutenção e recuperação.

O grupo de actinomicetos se fez presente em todas as áreas caracterizadas, mas com maior intensidade e atividade na área A1.

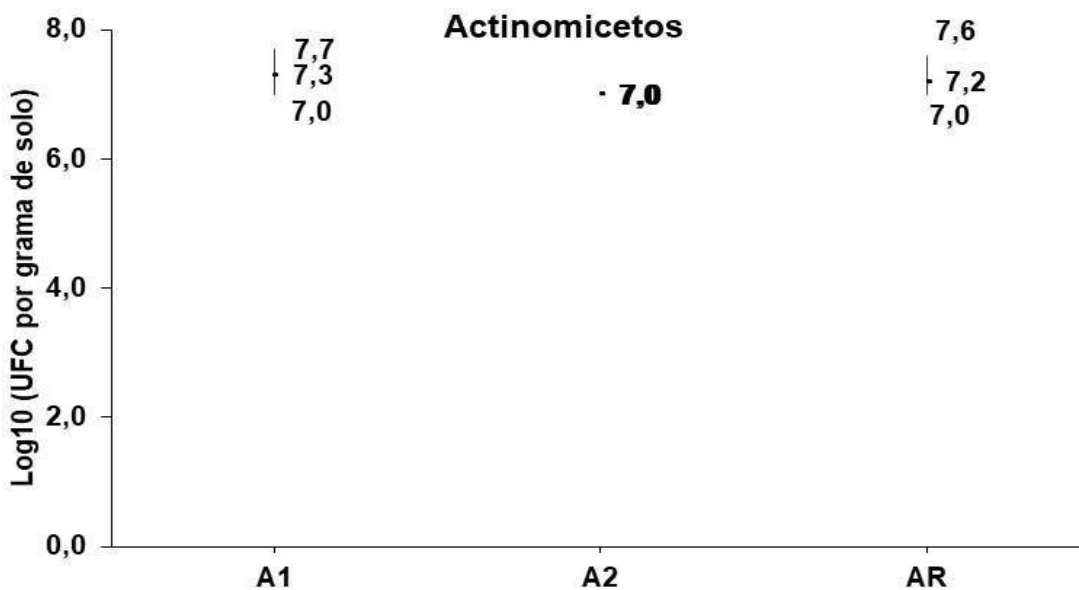


Figura 2. Logaritmo de Unidades formadoras de colônias (UFC) de células de actinomicetos, nas áreas explorada mineralmente, e hoje se encontra parada (A1), uma segunda área onde mantém ativa a exploração mineral do granito (A2), e uma terceira área que nunca foi explorada, ou afetada, definida como área de referência (AR), no sítio Baixio do Lamarão, na zona rural do município de Vieirópolis-PB, 2022.

Os valores de Logaritmo de Unidades formadoras de colônias (UFC) de células de bactérias totais no meio NA variaram entre 8,7 a 11,4 células por grama de solo. Notou-se que para densidade de bactérias obteve-se o maior valor na A3 – área que nunca foi explorada, ou afetada, definida como área de preservada (AR) (Figura 3).

A área A3 que nunca foi explorada mineralmente, e por nenhuma outra pratica agrícola ou invasiva, é uma determinada área que não se fazia uso necessário para atividades locais, deixada como área preservada, tornando um ambiente com maior presença e atividade microbiana.

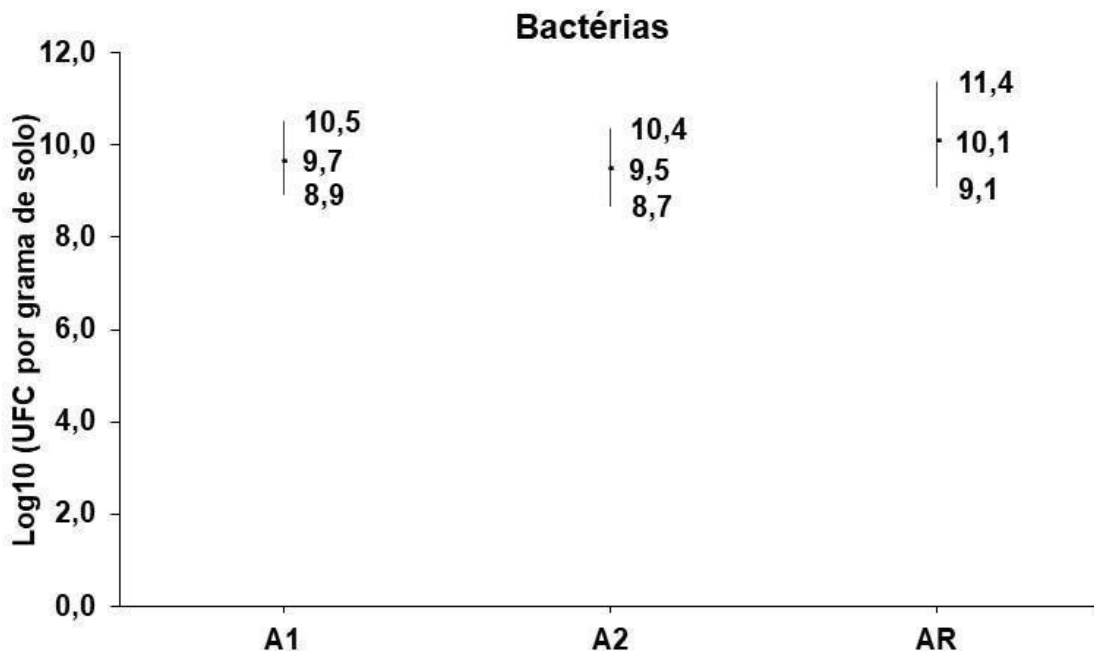


Figura 3. Logaritmo de Unidades formadoras de colônias (UFC) de células de bactérias, nas áreas explorada mineralmente, e hoje se encontra parada (A1), uma segunda área onde mantém ativa a exploração mineral do granito (A2), e uma terceira área que nunca foi explorada, ou afetada, definida como área de referência (AR), no sítio Baixio do Lamarão, na zona rural do município de Vieirópolis-PB, 2022.

Geralmente, as bactérias são mais sensíveis às alterações ambientais, no entanto, as mesmas conseguiram sobressair em relação ao crescimento dos demais microrganismos. Enquanto, que os fungos por possuírem estruturas de resistências conseguem crescer e mantém atividades em condições adversas, e os actinomicetos possuem comportamento intermediário (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

As bactérias foram mais resistentes aos ataques sofridos pela exploração mineral (OLIVEIRA, 2010). Como essas se sobressaíram em relação aos outros grupos de microrganismos presentes, serão responsáveis por começar o processo de recuperação da área, mantendo o equilíbrio, e aumentando sua população.

As bactérias possuem diversos mecanismos de resistências o que pode ter favorecido esses organismos em relação aos outros grupos quando foram fornecidas condições ideais para o seu crescimento através do meio de cultura (EVELIN et al., 2009).

Os valores de Logaritmo de Unidades formadoras de colônias (UFC) de

células de fungos no meio BDA variaram entre 6,5 a 7,56 células por grama de solo. Notou-se que para densidade de fungos obteve-se o maior também na área de (AR) referência (Figura 4).

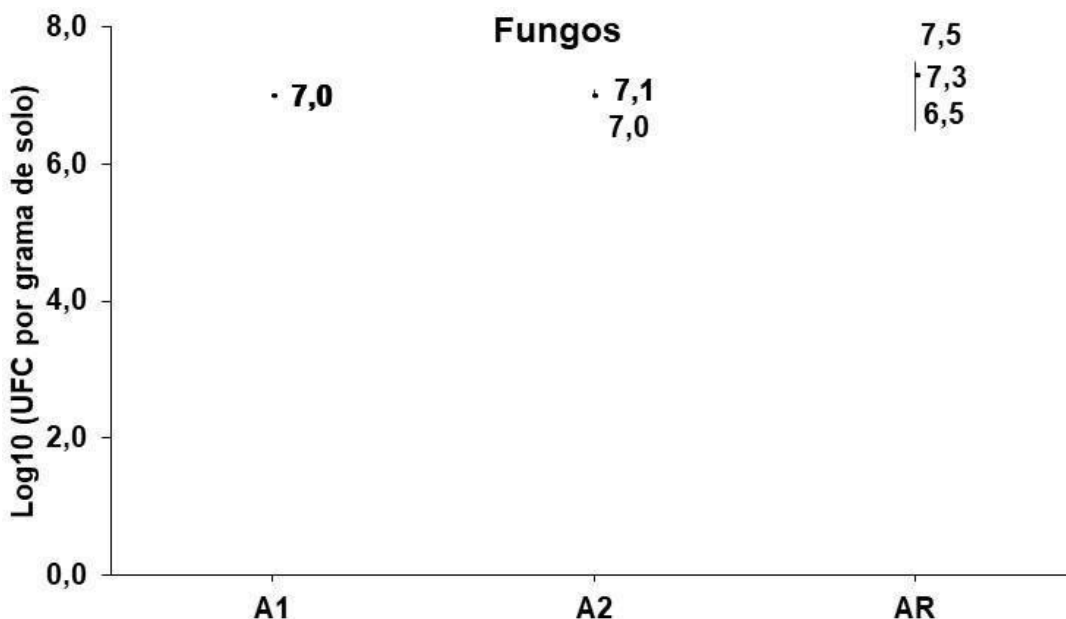


Figura 4. Logaritmo de Unidades formadoras de colônias (UFC) de células de fungos, nas áreas explorada mineralmente, e hoje se encontra parada (A1), uma segunda área onde mantém ativa a exploração mineral do granito (A2), e uma terceira área que nunca foi explorada, ou afetada, definida como área de referência (AR), no sítio Baixio do Lamarão, na zona rural do município de Vieirópolis-PB, 2022.

Diagnosticando os níveis de degradação ambiental com base nos atributos microbiológicos, no sertão da Paraíba, Oliveira et al., (2013), observaram também que em todas as amostras das áreas coletadas (desmatada, desmatada e queimada, e área mata nativa) nas épocas chuvosa e seca, foram detectadas presenças de bactérias, fungos, actinomicetos e solubilizadores de fosfato, sendo a densidade destes influenciadas pela ação antrópica e pela sazonalidade.

Densidades maiores foram encontradas em trabalho realizado por Pereira et al. (2000), verificando o efeito do cultivo da soja na dinâmica da população bacteriana em dois solos de Cerrado do Estado de São Paulo, originalmente cobertos com *Paspalum notatum* (em Barretos) e *Brachiaria decumbens* (em São Carlos). Os autores observaram nesses solos, que a densidade da população de bactérias em geral variou de 5,60 a 5,67 e de 5,08

a 5,04 Log₁₀ NMP de células grama de solo seco, respectivamente. Os resultados observados evidenciam que o cultivo da soja influenciou de forma diferenciada a população desses solos.

Oliveira et al. (2013), no sertão da Paraíba encontraram valores de densidade de bactérias variando de 4,06 a 5,28 Log₁₀ NMP de células grama de solo, sendo que as maiores densidades ocorreram nos solos com alterações antrópicas e os menores em área preservada, o mesmo verificado por Souto et al. (2008).

Para as densidades de fungos, Oliveira et al. (2013) encontraram valores variando de 2,53 a 4,98 Log₁₀ NMP de células grama de solo, sendo o menor valor para a área de Caatinga e maiores foram na área desmatada e queimada, mas com três anos de regeneração e sob influência de esterco de gado devido ao pastejo.

Avaliando as populações de microrganismos e da mesofauna edáficas, no semiárido da Paraíba, considerando os dois períodos de avaliação, verificou-se que houve tendência de superioridade da população de fungos sobre a de bactérias (SOUTO et al., 2008), mas com densidades inferiores a encontradas por Oliveira et al. (2013) e neste trabalho. Também no trabalho de Oliveira et al. (2013), observou-se maiores valores de densidade de actinomicetos, variando de 3,88 a 5,28 Log₁₀ NMP de células grama de solo, sendo o menor valor para a área de Caatinga e maiores foram na área desmatada e na Caatinga.

Em ambientes com características como um alto nível de matéria orgânica e alta umidade, observa uma maior presença de bactérias, enquanto em ambientes com algumas condições adversas como baixas quantidades de resíduos orgânicos e baixa umidade, observa uma maior quantidade de fungos (DOSCIATTI, 2003; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Abrantes et al., (2020), no interior da Paraíba encontrou os menores valores de bactérias, indicando que a alteração de solos em áreas da fazenda experimental do CCTA/UFCG foi evidenciada por meio de práticas agrícolas eficazes, como a retirada da vegetação nativa no campo de estudo para posterior implantação e cultivo que afetou o comportamento dos atributos biológicos.

Abrantes et al., (2020), apontou que a maior densidade de bactérias do solo pode ser relacionada com a quantidade de raízes do solo, lembrando que os sistemas radiculares são fontes de Carbono para a microfauna do solo.

Assim como no trabalho de (BARROS et al., 2010), as atividades caracterizadas por meio desse trabalho mostrou sim impacto a microbiota do solo, em comparação com a área preservada, demonstrando que a exploração mineral pode afetar de forma eficiente as atividades microbianas do solo, como sua manutenção e recuperação, quando essas forem expostas ao processo de mineração.

Pode-se notar nas áreas estudadas por meio da densidade dos microrganismos. Que a densidade de bactérias indicou uma relação com a área de referência, e a densidade de fungos e actinomicetos com as áreas exploradas mineralmente. O resumo das análises, nas áreas sob mineração e ocorrência de microrganismos para a variável de densidade obtida, possibilitou a visualização dos atributos biológicos indicadores da qualidade de solos das áreas afetadas por exploração mineral em relação à área de referência.

No geral, podemos observar que a maior disponibilidade de resíduos orgânicos em uma área, como acontece na área de referência em relação a área explorada mineralmente, pode favorecer o desenvolvimento e multiplicação dos microrganismos (RAMOS et al., 2012). Áreas naturais, não exploradas ou sofrendo com atividades, como no caso da área de referência (AR), propiciam a ocorrência de maior número de microrganismos em comparação com áreas de cultivo agrícola (RECH et al., 2013). Oliveira et al. (2013) avaliando a composição da comunidade microbiana em diferentes agroecossistemas e vegetação nativa, também observaram maior densidade de microrganismos nas áreas sob vegetação nativa em relação a área degradada.

5. CONCLUSÃO

Os indicadores microbiológicos da qualidade de solos foram afetados pela exploração de granito no município de Vieirópolis-PB.

As densidades de actinomicetos e fungos, indicadores de qualidade de solo, das áreas exploradas foram menores que do que da área de referência indicando que foram afetadas pela exploração de granito.

A densidade de bactéria, indicador de qualidade do solo não foi afetada pela exploração de granito, sendo a densidade de bactérias maior nas três áreas estudadas em comparação aos demais microorganismos.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, J. V. Microrganismos indicadores da qualidade do solo sob sistemas de uso na fazenda experimental em São Domingos-PB. **Dissertação** (Mestre em Sistemas Agroindustriais). Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal. Pombal, p. 46, 2020.
- ALVAREZ, I. A.; OLIVEIRA, U. R.; MATTOS, P. P.; BRAZ, E. M.; CANETTI, A. Arborização urbana no semiárido: espécies potenciais da Caatinga. Colombo: **Embrapa Florestas**, Documento 243. p.28, 2012.
- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A. de; NASCIMENTO, S. S. do. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.
- ALVES, L. I. F.; SILVA, M. M. P. da; VASCONCELOS, K. J. C. Visão de comunidades rurais em Juazeirinho/PB referente à extinção da biodiversidade da Caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 180- 186, 2009.
- ANDRADE, L. A. de; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005.
- ARAÚJO FILHO, J. A. de; CARVALHO, F. C. de. Desenvolvimento sustentado da caatinga. Sobral: EMBRAPA - CNPC, (EMBRAPA - CNPC. **Circular Técnica, 13**). p.19, 1997.
- ARAÚJO, A. P. B. de; COSTA, R. N. T.; LACERDA, C. F. de; GHEYI, H. R. Análise econômica do processo de recuperação de um solo sódico no Perímetro Irrigado Curu-Pentecoste, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 4, p. 377-382, 2011.
- ARAÚJO, A. S. F. de; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento exploratório: reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba. (**Boletim Técnico, 15**). Rio de Janeiro: MA/CONTAP/USAID/SUDENE, p. 670, 1972.
- BARROS Y J. INDICADORES DE QUALIDADE DE SOLOS DE ÁREA DE MINERAÇÃO E METALURGIA DE CHUMBO. II – MESOFAUNA E PLANTAS. R. Bras. **Ci. Solo**, 2010.
- CHAER, G. M.; TÓTOLA, M. R. Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1381-1396, 2007
- COSTA, T. C. C., OLIVEIRA, MARIA, A. J.; ACCIOLY, L. J. O.; SILVA, F. H. B. B. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, (Suplemento), p. 961–974, 2009.

DIAS, N. da S.; BLANCO, F. F. Efeito dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de. (Org.). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: **ICNT Sal**, p. 129 – 141, 2010.

DORAN, J.W. Soil quality and sustainability. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, Rio de Janeiro, 1997. Anais. Rio de Janeiro, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 1997. CD-ROM.

DOSCIATTI, R. de C. População Microbiana do Solo no Parque Barigui. **Dissertação** (Mestre em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. p. 65, 2003.

EVELIN, H.; KAPOOR, R.; GIRI, B. Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: a review. **Annals of Botany**, Inglaterra, v. 104, n. 7, p. 1263-1280, 2009.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FREITAS, E. P.; MORAES, J. F. L. de; PECHE FILHO, A.; STORINO, M. Indicadores ambientais para áreas de preservação permanente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 4, p. 443-449, 2013.

GALLOPÍN, G. Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators. A systems approach. **Environmental Modeling and Assessment**, v. 1, n. 3, p. 101-117, 1996.

IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA: Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: . Acesso em: 21 fev. 2014.

LEAL, I. R. SILVA, J. M. C. da; TABARELLI, M.; LACHER JR, T. E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. In: Conservação internacional do Brasil (ed.). **Megadiversidade** v.1, n.4, p. 139-146, 2005.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2.ed. atual. E ampl. Lavras: Editora UFLA, 2006. 760p.

NETO, M. F. da S. Análise do perfil agrícola do perímetro irrigado de São GonçaloPB. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 5, n. 2, p. 155-172, 2012.

OLIVEIRA, A. B. de; GOMES FILHO, E.; ENÉAS FILHO, J. O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1-16, 2010.

OLIVEIRA, K. R. M.; FURTUNATO, T. C. S.; LIMA, A. S.; Ocorrência e densidade de microrganismos em solos de áreas degradadas no semiárido da Paraíba. **I Reunião Nordestina de Ciência do solo**. De 22 a 26 de Setembro 2013. CCA/UFPBAreia/PB.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a

review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, v. 60, n. 3, p. 324-349. 2005.

PEREIRA, J. C.; NEVES, M. C .P.; GAVA, C. A. T. Efeito do cultivo da soja na dinâmica da população bacteriana, em solos de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1183-1190, 2000.

PETINARI, R. A.; TERESO, M. J. A.; BERGAMASCO, S. M. P. P. A importância da fruticultura para os agricultores familiares da região de Jales-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 356-360, jun. 2008.

RAMOS, M. L. G.; MENEGHIN, M. F. S.; PEDROSO, C.; GUIMARÃES, C. M.; KONRAD, M. L. de. F. Efeito dos sistemas de manejo e plantio sobre a densidade de grupos funcionais de microrganismos, em solos de cerrado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 58-68, 2012.

RECH, M.; PANSERA, M. R.; SARTORI, V. C.; RIBEIRO, R. T. da S. Microbiota do solo em vinhedos agroecológico e convencional e sob vegetação nativa em Caixas do Sul, RS. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 141- 151, 2013.

SANTANA, J. A. S.; SOUTO, J. S. Produção de serapilheira na Caatinga da região semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil. **Idesia**, Chile, v. 29, n. 2, p. 87-94, 2011.

SILVA NETO, M. F. da; MACEDO, M. L. A. de; ANDRADE, A. R. S. de; FREITAS, J. C. de; PEREIRA, E. R. R. Análise do perfil agrícola do perímetro irrigado de São Gonçalo-PB. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 5, n. 2, p. 155-172, 2012.

SILVA, A. R. A. da. Respostas e adaptações de plantas de coqueiro “anão verde” às interações entre deficiência hídrica e salinidade do solo. **Tese** (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. p. 237, 2015

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

TROVÃO, D. M. de B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A. de; DANTAS NETO, J. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 3, p. 307-311, 2007.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 743-755, 2009.

VIEIRA, G.; SANQUETTA, C. R.; KLÜPPEL, M. L. W.; BARBEIRO, L. da S. S. Teores de carbono em espécies vegetais da caatinga e do cerrado. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 145-155, abr./jun. 2009.