



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE HUMANIDADES
UNIDADE ACADÊMICA DE GEOGRAFIA
CURSO DE GEOGRAFIA

BRENDA HENRIQUE DE SOUZA

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA EM ÁREAS DE AFLORAMENTOS ROCHOSOS SOBRE O
IMPACTO DA MINERAÇÃO NA PARAÍBA**

CAMPINA GRANDE, PB.
2019

BRENDA HENRIQUE DE SOUZA

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA EM ÁREAS DE AFLORAMENTOS ROCHOSOS SOBRE O
IMPACTO DA MINERAÇÃO NA PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Unidade Acadêmica de Geografia, do Centro de
Humanidades, da Universidade Federal de
Campina Grande, como requisito para obtenção
do título de Licenciada em Geografia.

Orientador: Prof.Dr^a Debora Coelho Moura

Co-orientador: Thaís Mara Souza Pereira

CAMPINA GRANDE, PB.
2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE HUMANIDADES
UNIDADE ACADÊMICA DE GEOGRAFIA
CURSO DE GEOGRAFIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

BANCA EXAMINADORA DE: **BRENDA HENRIQUE DE SOUZA**

TÍTULO: **Composição Florística em Áreas de Afloramentos Rochosos, sobre o Impacto da Mineração na Paraíba**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Campina Grande (PB), 05 de dezembro de 2019

Prof.^a Dr.^a **Débora Coelho Moura** (UFCG - Orientadora)

Prof.^a Dr.^a **Aline Barbosa de Lima** (MEMBRO - INTERNO)

Prof. Me. **Ailson de Lima Marques** (MEMBRO EXTERNO)

"Não sei se terei tempo pra mais cartas, pode ser que eu esteja muito ocupado com meus amigos. Se esta for a última carta saiba que andei ruim antes de começar o ensino médio, e você me ajudou, ainda que não soubesse do que eu falava, ou que conhecesse alguém que passou por isso fez que eu não me sentisse só. Sei que tem gente que diz que essas coisas não acontecem, tem gente que esquece o que é ter 16 anos quando se faz 17. Sei que tudo será história um dia, e que nossas fotos vão se tornar lembranças, e todos nós nos tornaremos MÃE e PAI. Mas no momento esse instantes não são histórias, tá acontecendo, eu tô aqui, e eu tô olhando pra ela PORQUE ELA É TÃO LINDA.

Eu consigo perceber o momento em que você sabe não ser uma história triste, você está VIVO, você se LEVANTA, e vê que as luzes dos prédios e tudo o que te faz pensar. Ouvir aquela música na estrada, com as PESSOAS QUE VOCÊ MAIS AMA NO MUNDO. E nesse momento eu juro.

NÓS SOMOS INFINITOS!"

- As Vantagens De Ser Invisível

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as oportunidades e por me dar forças e ser meu amparo nos momentos de dificuldade, por sempre se comunicar comigo a sua maneira. Infinitas Glórias a ti Senhor!

A toda a minha família, principalmente aos meus pais Maria José de Sousa (marcia) e Adailton Henrique de Souza por me permitirem viver esse sonho, onde desde o início contentaram-se com minha jornada e me permitiram chegar até o fim desta etapa, com muita força, determinação e perseverança. Essa conquista é por/para vocês!

A minha vó Cizinha por todo amor e cuidado de uma vida inteira, minha segunda mãe, Deus lhe abençoe sempre!

A minhas irmãs Bruna Maria e Maria Bianca, por serem uma das maiores alegrias da minha vida, a vocês todo o meu amor e cuidado.

Ao meu noivo, José Batista de Lira Neto, por todo incentivo e companheirismo nos últimos 6 anos e 4 meses, os melhores da minha vida, obrigada por tudo amor.

Aos meus amigos, Ellén Leonarda, Danilo Alves e Andressa Tayrine, por serem seres de luz e alegria na minha vida, obrigada por todo apoio e carinho que vocês me transmitem.

A Luiz Manoel da Silva, por ter me incentivado e apresentado a UFCG e ao Curso de Geografia, meu guru universitário, com certeza o melhor conselho que tomei, obrigada por tudo.

A todos os meus amigos e colegas de curso da turma 2014.1, Adna, Emanuel, Luciano, Messias, Robéria, Rozilda, Hélio, Davidson, Leonardo, Yure e Denise, vocês me proporcionaram momentos únicos que levarei eternamente no coração, que Deus vos abençoe e obrigada por tudo.

Aos meus amigos Antônio Vilar, Evelyn Marques e Elielson Fulgencio, minha trindade, meu “fuxico”, me proporcionaram muitos momentos de felicidade e descontração, obrigada por tantos momentos especiais, cada viagem, cada “meme”, cada partilha ou conversa, foi um grande privilégio ter vocês como companheiros de curso, sempre os levarei em meu coração.

A minha amiga/irmã Iluliane Correia, por me ouvir e ser meu ombro amigo, por estar sempre presente, por cada incentivo e puxão de orelha, e principalmente, por não me deixar desanimar quando as coisas estavam difíceis, és um grande presente que a Geografia me deu e que irei levar para sempre na vida e no coração. Obrigada por tudo!

Aos meus colegas universitários que tornaram esse trabalho possível, Anselmo, Fagner, John, Bráz (in memoriam), Emanuel, Matheus, Erimágnia e Aureliana, obrigada por toda ajuda, disponibilidade e paciência, a vocês serei eternamente grata.

A Aureliana e Gabrielle, por toda ajuda companhia, apoio e paciência durante a realização deste trabalho, a vocês minha gratidão e carinho.

Aos meus professores, Lincoln Diniz, Eugênio Carvalho, Janaína Barbosa, Sônia Lira, Sérgio Malta, Sérgio Murilo, Debora Coelho Moura, Tiago Romeu, Xisto Serafim, Martha Priscila, Katia Ribeiro, Zenon Sabino, Nirvana de Sá, Nicole e Aline Barbosa que com suas experiências, dedicação, disposição e paciência foram primordiais.

A minha co-orientadora, Thaís Mara, por toda educação, carinho, gentileza e disponibilidade, minha inspiração acadêmica, muito obrigada!

A minha orientadora, Débora Coelho Moura, pela sua colaboração, ensinamentos e confiança, obrigada pela oportunidade e por investir em mim.

A Banca Examinadora: Prof^o Dr^a Aline Barbosa de Lima e Ms. Ailson de Lima Marques, pela disposição, colaboração e atenção para analisar este trabalho.

Ao Professor Iranildo Melo pela sua valiosa contribuição no desenvolver desse trabalho. Por todas as identificações das espécies. Obrigada!

A todos vocês, meu muito, muito Obrigada!

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA PAISAGEM DOS AFLORAMENTOS ROCHOSOS NOS MUNICÍPIOS DE ESPERANÇA-PB E OLIVEDOS-PB	
1 INTRODUÇÃO.....	18
2 MATERIAIS E MÉTODOS.	18
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	18
2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	19
2.2.1 Aquisições das Imagens.....	20
2.2.2 Processamento Digital das Imagens (PDI)	20
2.2.2.1 Imagens SRTM	20
2.2.2.2 Imagens Landsat 5 e 8.....	20
2.2.2.3 Processamentos para o Landsat 5.....	21
2.2.2.4 Processamentos para o Landsat 8.....	22
2.2.3 Classificações das Imagens	23
2.2.4 Análises das Variáveis Geométricas da Bacia	23
2.2.5 Cálculos para a Caracterização Morfométrica	24
2.2.6 Mapas das Unidades Geológicas, Litologia e Geomorfologia	27
2.2.7 Mapas de Solos.....	27
2.2.8 Recorte da área de estudo	27
2.3 TRABALHO DE CAMPO.....	27
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
5 REFERÊNCIAS.....	41

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS SOBRE INFLUÊNCIA DA MINERAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DE ESPERANÇA-PB E OLIVEDOS – PB.

1 INTRODUÇÃO	50
2 MATERIAIS E MÉTODOS	51
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	51
2.2 COLETAS E IDENTIFICAÇÕES DE ESPÉCIES DE ANGIOSPERMAS	52
2.3 ANÁLISES DAS CATEGORIAS FITOECOLÓGICAS	53
2.4 ANÁLISE FITOGEOGRÁFICA DAS ANGIOSPERMAS	53
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
3.1 <i>COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA NOS AFLORAMENTOS</i>	54
3.2 <i>COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E CONFLITOS COM A MINERAÇÃO</i>	67
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
5 REFERÊNCIAS	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização dos Afloramentos rochosos nos Municípios de Esperança e Olivedos.	19
Figura 2: Precipitação acumulada dos municípios de Esperança e Olivedos, A: 2017 e B: 2018...28	28
Figura 3: Exploração rudimentar de rochas metamórficas nos municípios em análise: Esperança A e Olivedos B	29
Figura 4: Mapa Geológico dos municípios de Esperança A e Olivedos B	29
Figura 5: Mapa Geomorfológico dos municípios Olivedos A e Esperança B	31
Figura 6: Mapa Hipsométrico dos municípios de Olivedos A e Esperança B	32
Figura 7: Mapa de declividade dos municípios Olivedos A e Esperança B	33
Figura 8: Mapa de drenagem dendrítica média dos municípios Olivedos A e Esperança B	34
Figura 9: Mapa Pedológico dos municípios Olivedos A e Esperança B	35
Figura 10: Panorama dos Neossolo Litólico registrados em Esperança A e Olivedos B , Estado da Paraíba.....	35
Figura 11: Panorama das fitofisionomias do uso e ocupação do município de Esperança – PB, (A: vegetação herbácea, B: arbustiva, C: arbórea e D: Solo exposto e área urbana).....	36
Figura 12: Mapa de uso e ocupação do solo dos municípios Olivedos A e Esperança B	37
Figura 13: Panorama das fitofisionomias do uso e ocupação do município de Olivedos – PB, (A: vegetação herbácea, B: arbustiva, C: arbórea e D: Solo exposto e área urbana).....	38
Figura 14: Mapa de uso e ocupação do solo dos municípios Olivedos A e Esperança B	40
Figura 15: Localização dos municípios de Esperança-PB e Olivedos-PB.	51
Figura 16: Feições dos afloramentos rochosos dos municípios de Esperança A e Olivedos B	52
Figura 17: Esforço amostral, que resultou em 730 espécimes, sendo 516 em Esperança e 214 em Olivedos.	55
Figura 18: Acúmulo da precipitação dos municípios de Esperança e Olivedos, nos anos de 2017 e 2018.....	55
Figura 19: Número de espécies de Angiospermas distribuídas em suas respectivas famílias.....	63
Figura 20: Porcentagem das Categorias Fitoecológicas a partir do número de espécies coletadas, referente a composição florística dos afloramentos rochosos sobre influência da mineração na Paraíba.....	65
Figura 21: Panorama dos diferentes habitat, A: marmitamento e B: diaclases na rocha em Esperança e Olivedos-PB.....	66
Figura 22: Orchidaceae em afloramento rochoso de Esperança-PB.	67

Figura 23: Espécies de Angiospermas registradas nos afloramentos rochosos de Esperança e Olivedos. **A)** Malvaceae *Melochia tomentosa* L. **B)** Euphorbiaceae *Jatropha molíssima* Pohl Baill **C)** Convolvulaceae *Jacquemontia densiflora* (Meisn.) Hallier f. **D)** Apocynaceae *Marsdenia caatingae* Morillo. **E)** Verbenaceae *Lantana camara* L. **F)** Comelinaceae *Commelina erecta* L. **G)** Euphorbiaceae *Croton sonderianus* Müll.Arg. **H)** Malvaceae *Herissantia tiubae* (K.Schum.) Brizicky **I)** Rubiaceae *Borreria verticillata* (L.) t G.Mey. **J)** Boraginaceae *Heliotropium elongatum* (Lehm.) I.M.Johnst. **K)** Malvaceae *Sida Galheirensis* Ulbr. **L)** *Turnera subulata* Sm. **M)** Araceae *Anthurium affine* Schott. **N)** Melastomataceae *Tibouchina heteromalla* (D.Don) Cogn. **O)** Fabaceae *Dioclea grandiflora* Mart. ex Benth.69

Figura 24: Áreas de Mineração em Olivedos-PB. 71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Descrição das bandas e faixas espectrais correspondentes ao TM - Landsat 5, coeficientes de calibração mínimo (a) e máximo (b) e irradiância solar espectral no topo da atmosfera ($ESUN\lambda$).....21

Tabela 2: Uso e ocupação do solo no município de Esperança.....37

Tabela 3: Uso e ocupação do solo no município de Olivedos.....38

Tabela 4: Uso e ocupação do solo, com ênfase na intervenção antrópica nos municípios de Esperança e Olivedos.....39

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Calibração radiométrica..... 21

Equação 2: Cômputo da Reflectância para Landsat 5.....22

Equação 3: Cômputo da Reflectância para Landsat 8.....22

Equação 4: *Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN)*23

Equação 5: Coeficiente de Compacidade (K_c)24

Equação 6: Fator de Forma (K_f)25

Equação 7: Índice de Circularidade (I_c)25

Equação 8: Razão de Elongação (R_e)26

Equação 9: Densidade da Drenagem (D_d)26

Equação 10: Coeficiente de Manutenção dos canais (C_m).....26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACAM - Herbário Manuel de Arruda Câmara

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

AGP - Angiosperm Phylogeny Group

CADIGEOS - Laboratório de Cartografia Digital, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto

CNIP - Centro Nordeste de Informações sobre Plantas do Nordeste

MMA – Ministério do Meio Ambiente

GPS - Sistema de Posicionamento Global

IVAS - Índice de Vegetação Ajustado para os Efeitos do Solo

LANDSAT - Land Remote-Sensing Satellite

OLI - Operational Land Imager

QGIS - Quantum Gis

REM - Radiação Eletromagnética

SR - Sensoriamento Remoto

SIG - Sistema de Informação Geográfica

TM - Thematic Mapper

UFCG - Universidade Federal de Campina Grande

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

UEPB - Universidade Estadual da Paraíba

USGS - Sistema Geológico dos Estados Unidos

INTRODUÇÃO

Na América do Sul incidem regiões Semiáridas, as quais envolvem aproximadamente 10% da extensão continental. Estas áreas apresentam-se como uma faixa transversal seca do Cone Sul da Argentina, desertos do Norte do Chile até o Equador, além de parte do Peru, fronteiras caribenha da Venezuela (área Guajira) no extremo N-NW e na região Semiárida do Nordeste brasileiro (AB'SÁBER 1974, 1994-95; LEMOS E ZAPPI, 2012). Essas regiões representam os mosaicos vegetacionais de Florestas Secas Intertropicais para a América do Sul (PRADO, 2003; SILVA, 2011, LEMOS E ZAPPI, 2012; SILVA; BARBOSA; LEAL; TABARELLI, 2017)

De acordo com Freire et al (2018), o domínio do Semiárido ocupa uma área que recobre 1.128.697 Km². Esta área localiza-se sob as latitudes subequatoriais e apresenta clima predominantemente Tropical Quente Seco e corresponde a 11% do território brasileiro, ocupando 86,44% do Estado da Paraíba, com abrangência correspondente a 194 municípios (ARAÚJO, 2007; BRASIL, 2017).

A região Nordeste, no domínio do Semiárido é caracterizada pelo mosaico vegetacional do bioma Caatinga, que abrange cerca 912.529 km². Essa região ecológica apresenta heterogeneidade espacial e temporal, adaptadas aos condicionantes edafoclimáticos, resultante de processos evolutivos ao longo de milhões de anos. Esta região apresentou variações paleoecológicas, desde o início do Holoceno (18.000 anos atrás) até meados do Mioceno (11-15 milhões de anos atrás), como também vários agrupamentos florestais, integrantes das Florestas Secas Intertropicais (PRADO, 2003; SILVA, 2016; SILVA; LEAL; TABARELLI, 2017; TABARELLI et al, 2018;).

Conforme Francisco et al., (2015), atualmente o clima estabelecido na região Nordeste é caracterizado por elevadas temperaturas acima dos 20° C de médias anuais, precipitações escassas entre 280 a 800 mm.

Em decorrência dos fatores climáticos, a flora da Caatinga apresenta espécies vegetais com caracteres anatômicos, morfológicos e funcionais especializados para sua sobrevivência. A vegetação é constituída por endemismos de espécies arbóreas, arbustivos de médio à pequeno porte, muitas dotadas de espinhos. Segundo Silva; Leal; Tabarelli, (2017); Dexter et al, (2018), a região ecológica das Caatinga apresenta uma vegetação análoga a diversos biomas globais, designado de “Florestas e Arbustais Tropicais Sazonalmente Secos – FATSS ou SDTFW na sigla em inglês”. Porquanto, o domínio das Caatingas abrange um mosaico vegetacional tropical, com expressão de 80% de espécies suculentas e com herbáceas anuais. Por conseguinte, a Caatinga apresenta-se como área ou domínio territorial ininterrupta, dos bioma das FATSS na região Neotropical. Além destas, se faz presente também o componente herbáceo formados por espécies anuais o qual possui maior

riqueza florística, que o componente lenhoso (SILVA et al., 2012; PEREIRA-JÚNIOR et al., 2013; MARANGON et al., 2016; SANTOS et al., 2017).

Em decorrência do vasto território, os biomas registrados no Brasil apresentam-se ricos em diversidade e recursos minerais, os quais são explorados de forma inadequada, sem planejamento apropriado e também sem preocupação com os impactos realizados (JESUS et al., 2017). Em consequência disto, nas últimas décadas a vegetação da Caatinga, encontra-se em elevado processo de degradação, sobretudo o processo de desertificação, que é resultante dos fatores climáticos e principalmente antrópicos (COSTA et al., 2016; PEREIRA-JUNIOR et al., 2014; SOUZA, ARTIGAS, LIMA, 2015).

De acordo com Jesus et al. (2016) e Granja et al. (2017), a exploração mineração é considerada a atividade que mais degrada a paisagem, sobretudo na Caatinga, visto que ao remover a cobertura vegetal do solo, a mineração “promove alterações físicas, químicas e biológicas no meio”, contribuindo para a redução da regeneração natural e da sucessão na área explorada.

Na legislação nacional destaca-se o Manual para Mineração do MMA (2001), Código Florestal (2012) e o DECRETO Nº 9.406 de 12 de junho de (2018) que regulamentam os procedimentos para licenciamento do setor de mineração. Atribuindo que esses empreendimentos passem por etapas, nos quais avaliem o grau de impacto e que possam promover a regeneração ou recuperação das áreas atingidas. Assim, deveria ser proposto, a fiscalização pelos dos órgãos responsáveis e a gestão das áreas pelos empreendimentos. Contudo, existe uma deficiência dos órgãos responsáveis em proteger o ambiente, pois são insuficientes na proteção efetiva das áreas protegidas ou modificadas. Assim, o dano ao meio, sem haver regeneração de área ou cobertura vegetal, poderá interferir na recomposição da paisagem. Portanto, o que apresenta-se em diversas regiões com exploração mineração é o abandono das áreas exploradas, sem nenhum processo de recuperação.

Segundo o parecer PROGE/DNPM 145/2006 “a mineração representa hoje uma atividade indispensável à evolução sustentável do País”. Assim, afirma que ‘a mineração é uma atividade de utilidade pública e como tal deve ser reconhecida, pois é inimaginável a vida sem minerais, metais e compostos metálicos, essenciais para a vida das plantas, dos animais e dos seres humanos”. Contudo, o Código Florestal tem como objetivo o desenvolvimento sustentável e, de acordo com o art. 1º-A, parágrafo único (BRASIL, 2012), possui os seguintes princípios: “Uso alternativo do solo: quando a vegetação nativa é substituída por outras coberturas para realização de atividades de pecuária, agricultura, indústria, geração e transmissão de eletricidade, mineração, transporte, assentamentos urbanos ou outras formas de ocupação antrópica”. Porquanto, a mineração associados à competição pelo uso e ocupação do solo, sem ausência de políticas públicas, como é o

caso da atividade mineradora rudimentar, ou seja, o desmonte das rochas manual poderá contribuir para a eminência de conflitos socioambientais da população envolvida.

Nesse sentido, Riegelhaupt Pareyn; Bacalini (2010); Alves et al. (2018) apontam que a regeneração natural da composição florística da Caatinga sobre áreas de exploração mineral, duram de 15 a 20 anos para se regenerarem. E ainda, Silva (2011), afirma que “a sucessão ecológica promove a regeneração natural da vegetação, através de um lento e contínuo processo de colonização e substituição de espécies, que podem durar centenas de anos”.

Destarte, evidencia-se que o uso do solo por atividades mineradoras poderá promover conflitos ambientais como o arrefecimento da biodiversidade, desertificação, especialmente por estas atividades estarem associadas à exposição de solo exposto, interferindo nos mecanismos de regeneração natural, bem como das espécies endêmicas da Caatinga (SANTANA et al., 2006; ALVES et al., 2018). Porquanto, na região Semiárida, em decorrência da estrutura geológica do complexo Granitoide, a atividade mineradora expressiva é a extração de granito-gnáissico, a qual altera de forma significativa a vegetação e o solo da área explorada.

Nesse contexto, de acordo com Alves et al. (2018) nestas áreas de vasta alteração da vegetação pela exploração mineral o processo de sucessão ecológica ocorre como uma forma de gradientes, em que as espécies são competitivamente substituídas. Nesse cenário a fitofisionomia herbácea exerce grande influência na composição florística, uma vez que espécies se tornam ausentes no período de estiagem germinando apenas na estação chuvosa. A ocorrência destas de acordo Santana et al. (2016) exerce um relevante papel ecológico, ajudando a manter a umidade do solo, e em especial nas áreas exploradas por mineração, que retém sementes de outras espécies, através do entrelaçamento de suas raízes, proporcionando a colonização de sucessão ecológica secundária, a qual se inicia em ambientes modificados e ocorre a substituição de espécies.

Contudo, Vieira (2014) define que a vegetação herbácea ressurgem em áreas degradadas, como formação de ambientes sucessionais. Estas espécies apresentam caule lenhoso e de pequeno porte, adaptados às condições de sobrevivência, expostas nas rochas ou com pouco substrato. De acordo com Marangon (2011) e Cabral (2014), aproximadamente 80% da flora das Caatingas são sucessionais e cerca de 40% estão em estado pioneiro de sucessão secundária. Esta realidade deve-se à ação antrópica sob o meio.

Diante do exposto, visando a análise integrada da paisagem na óptica da gestão ambiental e territorial, o presente estudo objetiva apresentar a composição florística em áreas de afloramentos rochosos, sobre o impacto da mineração, nos municípios de Esperança e Olivedos, Estado da Paraíba.

Objetivos Específicos:

- a) Analisar, através da estruturação geoambiental, a dinâmica da paisagem nos municípios de Esperança e Olivedos, na Paraíba.
- b) Coletar e identificar a flora existente nos afloramentos rochosos em estudo;
- c) Apresentar uma análise das categorias fitogeográficas e fitoecológicas dos espécimes nas áreas estudadas;
- d) Expor a influência da mineração sobre a dinâmica das paisagens dos afloramentos rochosos.

ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA PAISAGEM DOS AFLORAMENTOS ROCHOSOS NOS MUNICÍPIOS DE ESPERANÇA-PB E OLIVEDOS-PB



O conteúdo deste capítulo será submetido para publicação Revista de Geociências do Nordeste, Qualis A3 para Geografia.

ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA PAISAGEM DOS AFLORAMENTOS ROCHOSOS NOS MUNICÍPIOS DE ESPERANÇA E OLIVEDOS

GEO ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF LANDSCAPE IN ESPERANÇA AND OLIVEDOS MUNICIPALITIES.

RESUMO

O bioma Caatinga caracteriza-se como um mosaico vegetacional, que contempla paisagens distintas, onde os afloramentos rochosos apresentam-se paisagens de rochas dissecadas, com elevação ondulada a escarpada, e isoladas do entorno de relevo. Estes ambientes de afloramentos rochosos apresentam atividades econômicas de extração mineral de granito-gnáissico, no qual é removido o substrato e a vegetação para a retirada da matéria prima, e logo após, as áreas exploradas são abandonadas. Consciente do valor que estes ecossistemas apresentam, fez-se necessário uma análise geoambiental da paisagem dos afloramentos rochosos nos municípios de Esperança-PB e Olivedos-PB. Com base nos objetivos, o trabalho foi desenvolvido obedecendo as seguintes etapas: 1) Levantamento Bibliográfico; 2) Aquisição das Imagens; 3) Processamento Digital das Imagens-PDI; 4) Caracterização Morfométrica e 5) Estudo de campo. Os condicionantes geoambientais do município de Esperança resultam em decorrência do fator climático e altimétrico, que interferem diretamente na formação de solos e conseqüentemente na maior interferência antrópica. Enquanto, que em Olivedos por apresentar um clima mais seco e relevo mais baixo, a intervenção antrópica resulta-se da exploração da pecuária extensiva e mineração. As paisagens apresentadas nos dois municípios formam um mosaico vegetacional, com fitofisionomias em diferentes estágios de conservação, devido à antropização e aos fatores físicos, que são distintos.

Palavras-chave: Geossistema, Semiárido, Paisagem Rupestre.

ABSTRACT

The Caatinga biome is characterized as a vegetation mosaic, which has distinct landscapes, where the rocky outcrops are landscapes of dissected rocks, with wavy to rugged elevation, and isolated from the surrounding environment, these rocky outcrop environments present economic activities of granite-gnamic mineral extraction, without removal of substrate and vegetation to remove raw material, and soon after, as exploited and abandoned areas. Aware of the value of these ecosystems, a geoenvironmental analysis of the landscape of rocky florals in the municipalities of Esperança-PB and Olivedos-PB is required. Based on the objectives, the work was developed following the following steps: 1) Bibliographic Survey; 2) Image Acquisition; 3) Digital Processing of PDI Images; 4) Morphometric Characterization and 5) Field Study. The geoenvironmental conditions of the city of Esperança result from the climatic and altimetric factors, which directly affect the formation of soils and consequently the greater anthropic interference. Whereas, in Olivedos for having a drier climate and lower relief, the anthropic intervention results from the exploitation of extensive livestock and mining. The landscapes presented in both municipalities form a vegetation mosaic, with phytophysionomies in different conservation stages, due to the anthropization and the physical factors, which are distinct.

Keywords: Geosystem, Semiarid, Rock Landscape.

1 INTRODUÇÃO

Os estudos sobre a biodiversidade e conservação dos ecossistemas existentes nos biomas vêm crescendo acentuadamente. O bioma Caatinga, caracteriza-se por apresentar um mosaico vegetal, que contempla paisagens distintas, cada uma com suas particularidades e evidências inerentes (FREIRE et al., 2018).

As áreas dos afloramentos rochosos apresentam paisagens de rochas dissecadas, com elevação ondulada a escarpada e isoladas do entorno de relevo mais plano (SANTOS & NEVES, 1984; CORRÊA, et al., 2010; JATOBÁ, 2019). Estas paisagens apresentam-se distribuídas em todos os Planaltos e Depressões relativas do Brasil, principalmente nas regiões de clima tropical seco, do tipo semiárido, decorrente do intemperismo físico (SANTOS & NEVES, 1984; VELDEMAN et al., 2019; PEREIRA et al., 2019).

Nestes ambientes encontram-se ecossistemas que possuem características de ambientes xéricos. Fatores abióticos, como amplitude térmica da rocha e do ar atmosférico, ventos com baixa umidade relativa, em decorrência de ser rocha exposta, dificulta a infiltração, solos jovens, como os Litólicos e altas taxas de evaporação (OLIVEIRA; GODOY, 2007; BARROS et al., 2015, JATOBÁ, 2019). Portanto, essas paisagens dispõem de vários microhabitats, como os marmitamentos e diáclases das rochas, que são usadas pelas espécies, afastadas, frequentemente por centímetros (POREMBSKI et al. 1998, Barros et al, 2015, Oliveira et al, 2018).

Contudo, estes ambientes de afloramentos rochosos apresentam atividades econômicas de extração mineral de granito-gnáissico, no qual é removido o substrato e a vegetação para a retirada da matéria prima, posteriormente, as áreas exploradas são abandonadas. Por conseguinte, esta exploração dificulta o processo de regeneração natural da flora, podendo acelerar a extinção de algumas espécies da flora e da fauna (MILANEZ et al., 2017; PEREIRA et al., 2019).

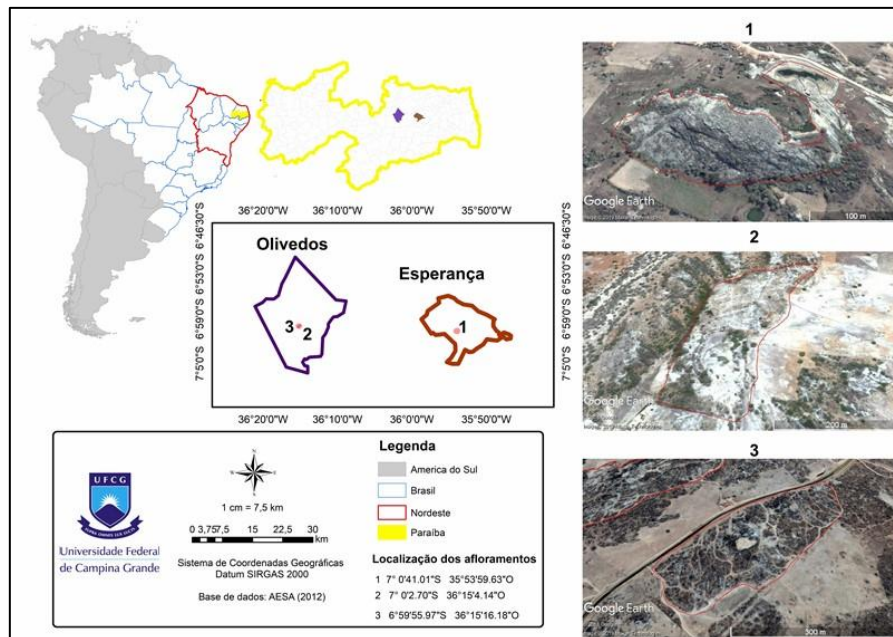
Consoante ao valor que estes ecossistemas apresentam, faz-se necessário uma análise geoambiental da paisagem dos afloramentos rochosos nos municípios de Esperança e Olivedos, destacando suas variáveis fisiográficas, tais como: formações morfológicas, geológicas, climáticas, biogeográficas e bioclimáticas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

A área de estudo compreende afloramentos rochosos localizados nos municípios de Esperança-PB (“S 07° 03’ 11” e W 35° 86’ 92”) e Olivedos-PB (S 06° 98’ 86” e W 36° 24’ 36”) (Figura 1 e 2) localizados na região intermediária e imediata de Campina Grande-PB (BRASIL, 2017).

Figura 1: Mapa de localização dos Afloramentos rochosos nos Municípios de Esperança e Olivedos.



Elaborado: Iluliane Correia (2019)

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A Ciência geográfica, em sua epistemologia, estuda diferentes categorias de análise, tendo como maior destaque os conceitos de Espaço, Região, Lugar, Território e Paisagem (PEREIRA, 2016). Dentre as diversas definições de Paisagem, pode-se destacar a de Bertrand (1971), que afirma que a Paisagem é certa porção do espaço, resultante da interação dinâmica e instável de atributos biofísicos e humanos, reagindo dialeticamente um sobre o outro realizando uma espécie de conjunto único, indissociável e em constante evolução.

Fez-se ainda uso da teoria Geossistêmica, que de acordo com Bertrand (2004), o Geossistema pode ser conceituado como uma determinada porção da superfície terrestre caracterizado por relativa homogeneidade da sua estrutura fluxos e relações, gerando assim uma interdependência entre os componentes de um mesmo sistema, em comparação com as áreas circundantes.

Com base nos objetivos, o trabalho foi desenvolvido obedecendo as seguintes etapas: 1) Levantamento Bibliográfico; 2) Aquisição das Imagens; 3) Processamento Digital das Imagens-PDI; 4) Caracterização Morfométrica e 5) Estudo de campo.

Para a realização do PDI e elaboração dos mapas foram utilizados os softwares Erdas Imagine 2010 e o ArcGIS 10, ambos licenciados para o Laboratório de Cartografia Digital, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (CADIGEOS) dos cursos de Pós-graduação do Centro

de Humanidades da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Para o levantamento dos parâmetros morfométricos foi utilizado o *software* Spring versão 5.5.4. Para os demais procedimentos foram utilizados os *softwares* QGIS versão 2.18.16 e o Google Earth.

2.2.1 Aquisições das Imagens

A imagem SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) é disponibilizada gratuitamente através do site EarthExplorer do Serviço de Geologia dos Estados Unidos (USGS). Foram obtidas duas imagens correspondente as coordenadas geográficas de 07° 30'44" S, 035°32'07" W e 07°31'03" S, 034°31'38" O, com resolução espacial de 30m.

As imagens Landsat utilizadas foram obtidas através do site GloVis também pertencente a USGS. Essas cenas são provenientes dos satélites Landsat 5 e 8, capturadas pelos sensores Thematic Mapper (TM) e Operational Land Imager (OLI) respectivamente.

Foram adquiridas duas imagens da órbita/ponto 215-65 correspondentes as datas 26/08/2006 captadas pelo sensor TM e 28/07/2013 captada pelo sensor OLI. Optou-se pelo uso dessas imagens devido à baixa porcentagem de nuvens detectadas para essas datas. Vale salientar que entre os anos de 2013 até 2018, não foi encontrada nenhuma imagem sem a presença de nuvens para área de estudo que permitisse a análise da cobertura do solo.

2.2.2 Processamento Digital das Imagens (PDI)

2.2.2.1 Imagens SRTM

Mosaico e Recorte das Imagens

Inicialmente, devido a extensão da área trabalhada foi necessário realizar o mosaico das imagens através da ferramenta *Mosaic Images* do *software* Erdas, esse procedimento consiste em unir duas ou mais imagens para se obter uma nova imagem com área maior.

Posteriormente, foi necessário realizar o recorte do mosaico criado com intuito de facilitar o processamento dos dados, visto que o uso da imagem inteira é desnecessário. Essa etapa foi realizada através do *software* ArcGIS 10 utilizando o arquivo em formato *shapefile* da BHRG disponibilizado no GeoPortal da AESA.

2.2.2.2 Imagens Landsat 5 e 8

Empilhamento

Essa etapa foi executada no *software* Erdas Imagine 10, o procedimento consistiu no processamento em conjunto das bandas que foram utilizadas, nesse caso as bandas correspondentes ao infravermelho (banda 3) e do vermelho (banda 4) do satélite Landsat 5 e as bandas 4 e 5 do Landsat 8.

Reprojeção das Imagens

O sistema padrão de referência das imagens Landsat obtidas através da USGS está orientado para o Hemisfério Norte em *DATUM World Geodetic System (WGS) 1984 UTM Zona Norte*, sendo necessário, portanto fazer a reprojeção dessas cenas para o Hemisfério Sul, ou seja, *DATUM WGS 1984 UTM Zona Sul*. Essa tarefa foi realizada a partir da ferramenta *Reprojet Images* do software *Erdas Imagine 2010*.

2.2.2.3 Processamentos para o Landsat 5

Calibração Radiométrica

A calibração radiométrica, segundo Oliveira et. al (2010) consiste na conversão do nível de cinza de cada pixel e banda, em radiância monocromática que representa a energia solar refletida por unidade de área, de tempo, de ângulo sólido e de comprimento de onda, medida ao nível do satélite nas bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7. A calibração radiométrica proposta por Markhan e Baker (1987) é obtida através da equação (1):

Equação (1)

$$L_{\lambda_i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND$$

Onde: a e b são as radiâncias espectrais mínima e máxima (Tabela 01); ND é a intensidade do pixel .

Tabela 1: Descrição das bandas e faixas espectrais correspondentes ao TM - Landsat 5, coeficientes de calibração mínimo (a) e máximo (b) e irradiância solar espectral no topo da atmosfera ($ESUN_{\lambda}$).

as	Band	F aixa espectra l (μm)	Coeficiente de Calibração ($\text{W m}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$)				$ESUN_{\lambda}$ (W m^{-2} μm^{-1})
			De 01/03/1984 até 31/12/1991		Após 01/01/1992		
			A	B	A	B	
	1	0,45	-1,52	16	-	1	1983
	(azul)	- 0,52		9,00	1,52	93,00	
	2	0,52	-2,84	33	-	3	1796
	(verde)	- 0,60		3,00	2,84	65,00	
	3	0,63	-1,17	26	-	2	1536
	(vermelho)	- 0,69		4,00	1,17	64,00	
	4 (IV- próx.)	0,76	-1,51	22	-	2	1031
		- 0,90		1,00	1,51	21,00	
	5 (IV-	1,55	-0,37	30	-	3	220

<i>médio</i>)	- 1,75		,20	0,37	0,20	
6 (<i>IV- termal</i>)	10,4	1,2378	15	1	1	-
	- 12,5		,303	,2378	5,303	
7 (<i>IV- médio</i>)	2,08	-0,15	16	-	1	83,44
	- 2,35		,50	0,15	6,50	

Fonte: Chander *et al.*, 2007 e 2009

Cômputo da Reflectância

A reflectância pode ser definida como sendo a razão entre o fluxo e radiação solar refletida pela superfície e o fluxo de radiação solar global incidente, obtida segundo Allen et al., (2002) através da equação (2):

Equação (2)

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda_i}}{k_{\lambda_i} \cdot \cos Z \cdot d_r}$$

Onde: L_{λ_i} é a radiância espectral de cada banda; k_{λ_i} é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera ($\text{Wm}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$); Z é o ângulo zenital solar e d_r é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol (r_o) e a distância Terra-Sol (r) em dado dia do ano (DSA).

2.2.2.4 Processamentos para o Landsat 8

Cômputo da Reflectância

Segundo Araújo (2014) para o cálculo da reflectância do Landsat 8 é necessária a utilização dos elementos fornecidos no arquivo metadados (MTL) disponível na imagem utilizada. A reflectância é obtida através da equação (3) disponibilizada pela USGS (2015):

Equação (3)

$$\rho_{\lambda'} = \frac{(M \rho * Q_{cal} + A \rho)}{\cos Z}$$

Onde: $\rho_{\lambda'}$ é igual a reflectância planetária, sem correção para o ângulo solar; $M\rho$ é o fator multiplicativo (disponível no arquivo metadados); $A\rho$ é o fator aditivo (disponível no arquivo metadados) e Q_{cal} corresponde aos valores de pixel calibrados do produto padrão Quantized (DN).

3.2.2.3 Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN)

Esse índice permite estudar respostas distintas entre a vegetação e o solo exposto através do contraste entre imagens de satélite. O IVDN é calculado a partir da equação (5) proposta por Rouse et al. (1973):

Equação (4)

$$NDVI = (\rho_{iv} - \rho_v) / (\rho_{iv} + \rho_v)$$

Onde: ρ_{iv} é a banda do infravermelho e ρ_v a banda do vermelho.

2.2.3 Classificações das Imagens

Essa etapa foi realizada no software ArcGIS onde é possível por meio da análise do histograma das imagens obter a quantidade de pixel da imagem em cada classe. De acordo com Lima (2015) cada pixel da imagem tem a dimensão de 30mx30m, sendo possível obter a área em metros quadrados por classe analisada multiplicando-se o valor total do pixel por classe pelo tamanho da área de um pixel (900m²).

2.2.4 Análises das Variáveis Geométricas da Bacia

Para a realização dos cálculos da análise morfométrica ou cálculos morfométricos é indispensável conhecer determinadas variáveis. Estas variáveis referem-se a área de drenagem ou da bacia (A), perímetro (P) – medida da distância que perpassar o contorno da bacia, chamado de divisor d'água; comprimento axial da bacia (L_{AX}), comprimento do curso principal (L) e comprimento do total dos cursos da bacia (L_t).

A medição do perímetro, da área da bacia e do comprimento total dos cursos foram calculados no *ArcGIS 10* com a ferramenta *Calculate Geometry*, após adicionar um *field* (campo) para cada atributo, justamente na tabela de atributos do *layer* (camada). Os atributos do perímetro, da área da bacia do rio Gramame e do total dos cursos foram adicionados e os cálculos foram efetuados com sucesso, ressaltando que a projeção aconselhada para a implementação desse processo é a projeção UTM (projeção de coordenadas planas) SIRGAS 2000.

A ferramenta *Calculate Geometry* dá acesso a geometria dos recursos em uma camada. Calcula valores de coordenadas, comprimentos e áreas, dependendo da geometria da camada de entrada. Pode-se apenas calcular a área, o comprimento ou o perímetro de recursos se o sistema de coordenadas usado estiver projetado. As projeções diferentes têm propriedades espaciais e distorções distintas. Caso o sistema de coordenadas da fonte de dados e da estrutura de dados não for o mesmo, pode-se obter um resultado diferente se calcular a geometria usando o sistema de

coordenadas do quadro de dados do que quando calcula usando o sistema de coordenadas da fonte de dados (ESRI, 2015).

As variáveis restantes foram calculadas a partir da ferramenta *Measure* existente também no *ArcGIS*, além disso, as medidas de todas as variáveis, com exceção do comprimento total dos cursos d'água, foram verificadas com auxílio do SIG SPRING 5.5.4 por intermédio da sua ferramenta Operações Métricas, com a finalidade de acurar as medidas.

Hipsometria

Elaborada a partir do aplicativo ArcGIS 10 através da opção *Classified*, a qual permite inserir valores de equidistância entre as cotas altimétricas, que foram divididas em cinco classes com valores que variaram 0 a 219 m.

Declividade

O mapa de declividade foi gerado a partir da ferramenta *Spacial Analyst Tools* do aplicativo ArcGIS e a delimitação das classes foi definida em valores de porcentagem que variaram entre 0 a 55,7%.

Rede de Drenagem

A extração da rede de drenagem foi feita no *software* ArcGIS por meio da ferramenta *Spacial Analyst Tools* através da opção *Hydrology*.

2.2.5 Cálculos para a Caracterização Morfométrica

A caracterização morfométrica da BHRG foi feita a partir dos parâmetros que são baseados em algumas variáveis de uma bacia hidrográfica, como a área, o perímetro, o comprimento total dos cursos d'água; comprimento axial da bacia; do rio principal e vetorial do rio principal. Os parâmetros adotados para a caracterização morfométrica da BHRG foram os seguintes: o Coeficiente de Compacidade (Kc), o Fator de Forma (Kf), o Índice de Circularidade (Ic), a Razão de Elongação (Re), a Densidade da Drenagem (Dd), o Coeficiente de Manutenção (Cm).

O Coeficiente de Compacidade (Kc) é a relação entre a forma da bacia com um círculo. Segundo Villela e Mattos (1975), esse coeficiente é um número adimensional que diverge com a forma da bacia, independente do seu tamanho. Um coeficiente inferior ou igual à unidade 1 (um) equivaleria a uma bacia circular, mas considerando uma bacia alongada, seu valor seria acima de 1 (um). Para a determinação do Kc utilizou-se a equação:

Equação (5)

$$Kc = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Em que:

Kc = Coeficiente de Compacidade, adimensional;

P = Perímetro da bacia (km);

A = Área da bacia (km²).

O Fator de Forma (Kf) associa a forma da bacia com um retângulo, correlacionando a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia da foz até o ponto mais distante do espigão. Uma bacia com fator de forma baixo tem menos suscetibilidade a ter enchentes (VILLELA; MATTOS, 1975). Para determinar o fator de forma foi utilizada a Equação:

Equação (6)

$$Kf = \frac{A}{L_{AX}^2}$$

No qual:

Kf = Fator de Forma, adimensional;

A = Área da bacia (km²);

L_{AX} = comprimento axial da bacia (km).

O Índice de Circularidade (Ic) compara a área da bacia com a área de um círculo de perímetro semelhante ao da área da bacia. Este valor inclina-se para unidade enquanto a bacia se assemelha da forma circular e reduz à proporção que a mesma se torna mais alongada (CARDOSO et al., 2006). Para estabelecer o índice de circularidade fez-se uso da seguinte equação:

Equação (7)

$$Ic = \frac{12,57 \cdot A}{P^2}$$

No qual:

Ic = Índice de Circularidade, adimensional;

A = Área da bacia (km²);

P = Perímetro da bacia (km).

Razão de Elongação (Re) é conceituada como a relação entre o diâmetro do círculo de área igual à área da bacia e o comprimento do eixo da bacia hidrográfica. Esse índice apresenta a susceptibilidade da bacia às enchentes considerando fundamentalmente a sua forma, portanto, quanto maior o valor da razão, maior será a probabilidade de ocorrência de cheias. Porém, com valores menores, indicam para uma bacia mais alongada e com menor risco de cheias (CARDOSO et al, 2006). Segue a equação:

Equação (8)

$$Re = 1,128 \cdot \left(\frac{A^{0,5}}{L_{AX}} \right)$$

Em que:

Re = Razão de Elongação, adimensional;

A = área da bacia (Km²);

L_{AX} = comprimento do eixo da bacia (Km)

A Densidade da Drenagem (Dd) é na razão entre o comprimento total dos canais e a área da bacia hidrográfica. Conforme Christofolletti (1980), o cálculo da densidade é essencial para o estudo das bacias hidrográficas, pois demonstra a relação inversa com o comprimento dos rios. À medida em que ascende o valor numérico da densidade, ocorre o decréscimo quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem. A equação para encontrar a densidade da drenagem é:

Equação (9)

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

Em que:

Dd = Densidade da drenagem (km/km²)

Lt = comprimento total dos canais (km);

A = Área da bacia (km²).

O Coeficiente de Manutenção dos canais (Cm) foi apresentado por Schumm (1956), como o inverso da Densidade de Drenagem, assinalando que enquanto a dissecação do relevo vai aumentando, ocorre o decréscimo da área disponível para o modelamento de novos canais, ou seja, o coeficiente de manutenção indica a área média que permanece isenta para formação de novos canais.

Equação (10)

$$C_m = \left(\frac{1}{D_d} \right) \cdot 1000$$

Em que:

D_d = Densidade de drenagem (km/km²);

C_m = é o coeficiente de manutenção (m²/m).

2.2.6 Mapas das Unidades Geológicas, Litologia e Geomorfologia

Tais mapas foram confeccionados a partir do arquivo *shapefile* de geodiversidade da CPRM, categorizando-a de acordo com a temática a ser confeccionada.

2.2.7 Mapas de Solos

O mapa de solos foi confeccionado a partir do arquivo *shapefile* da EMBRAPA categorizando-a.

2.2.8 Recorte da área de estudo

O recorte foi realizado através da utilização dos arquivos *shapefile* da bacia, disponibilizadas pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AES/A), e recortada a partir do programa ArcGis 10.

2.3 TRABALHO DE CAMPO

Nessa atividade foram utilizadas as seguintes ferramentas: um aparelho celular com câmera digital e com o aplicativo *Google Maps* e um receptor GPS da marca Garmim eTREX 10 para o registro das coordenadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

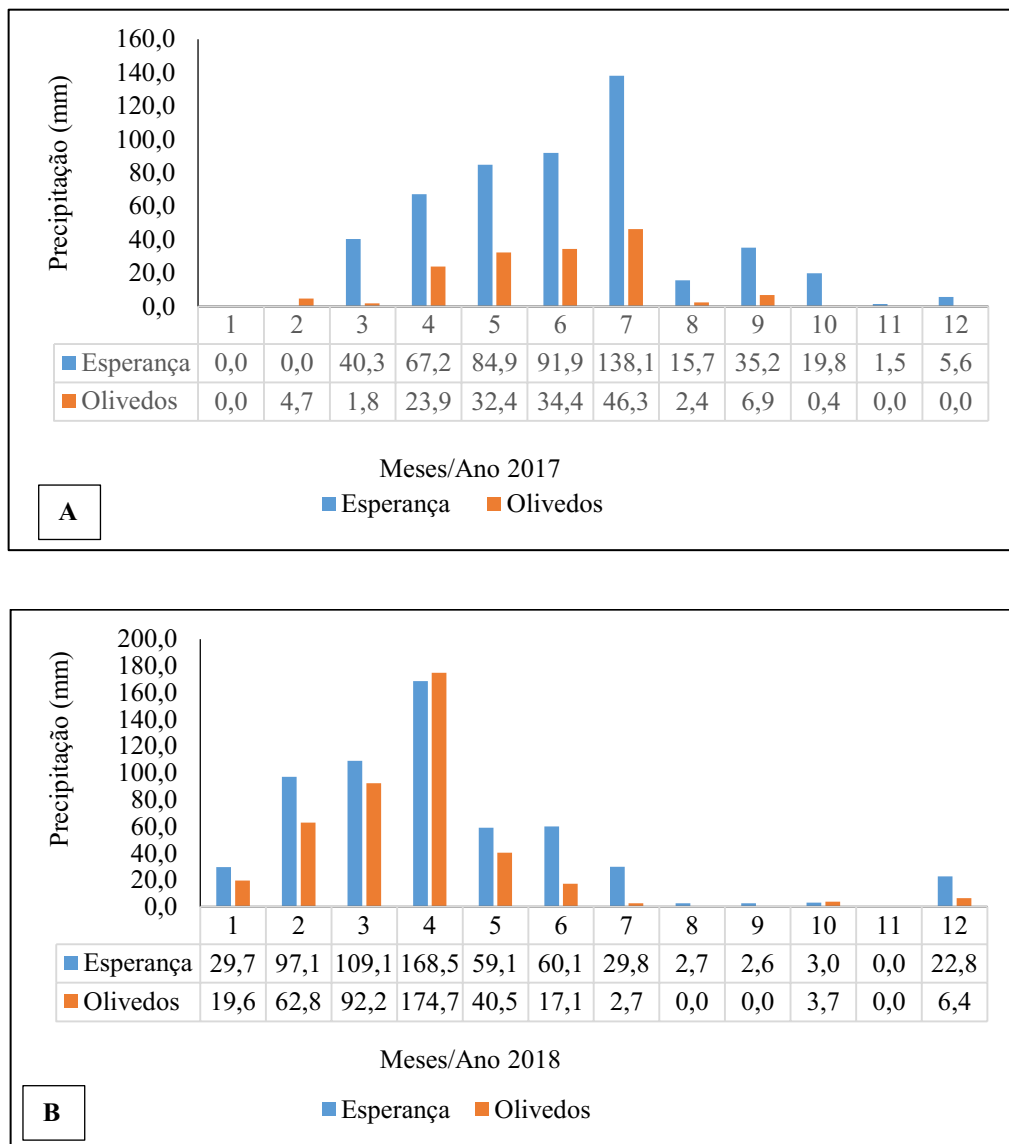
O município de Esperança possui de acordo com a classificação de Köppen (1918) clima BSh - Tropical Quente e úmido. Em virtude das características fisiográficas dos ambientes rochosos, os valores de temperatura podem variar de 18°C à 33°C.

O município de Olivedos, por sua vez, por estar localizado na região Semiárida, proporciona temperaturas elevadas durante todo o ano, chegando a máximas de 35° C, nos dias mais quentes de verão e 18° C em dias de inverno. A umidade relativa do ar está entre 20 a 82% (CPRM, 2005; MARQUES et al., 2017). As precipitações deste município apresentam uma variabilidade típica de regiões Semiáridas, sujeitas as interferências de macros sistemas, como os ENOS (La Niña e El Niño), Zona de Convergência Intertropical-ZCIT. Possui clima Tropical Quente e Seco, com umidade relativa do ar varia entre 20 a 82%. O período chuvoso começa em fevereiro e termina em abril (FRANCISCO et al., 2015).

O período chuvoso em 2017 no município de Olivedos, resultou em 153,2 mm e Esperança 500,2 mm (Figura 2 A e B), ficando abaixo da média. Já o índice pluviométrico em 2018 foi maior, onde Olivedos registrou 419,7mm e Esperança 584,5mm, devido sobretudo o período ser de normais climatológicas. Isto foi decorrente ao processo ENOS (El Niño), que reduziu a pluviosidade. Devido a Influência da variabilidade climática interdecadal (SILVA et al., 2017).

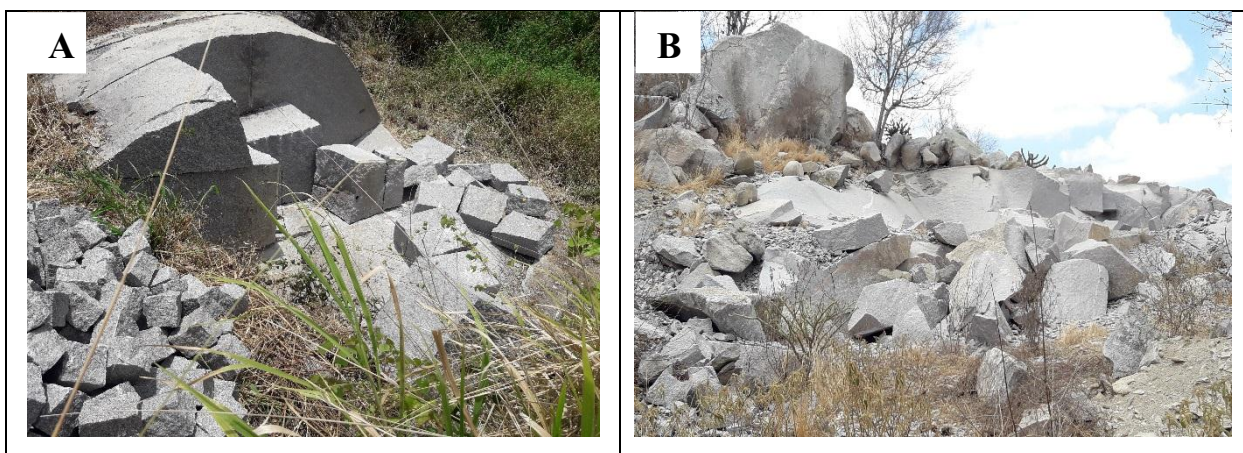
Estas estiagens são referentes a variabilidade climática, que é decorrente das mudanças relativas a Temperatura da Superfície do Mar-TSM no Pacífico Equatorial, o qual interfere na circulação geral da atmosfera. Estes mecanismos influenciam a direção dos ventos Alísios de Nordeste e Sudeste, reduzindo assim, a umidade do Atlântico Sul, proporcionando o período de estiagem (MECHOSO et al., 1990; MACEDO et al., 2010; WANDERLEY et al., 2017).

Figura 2: Precipitação acumulada dos municípios de Esperança e Olivedos, **A:** 2017 e **B:** 2018



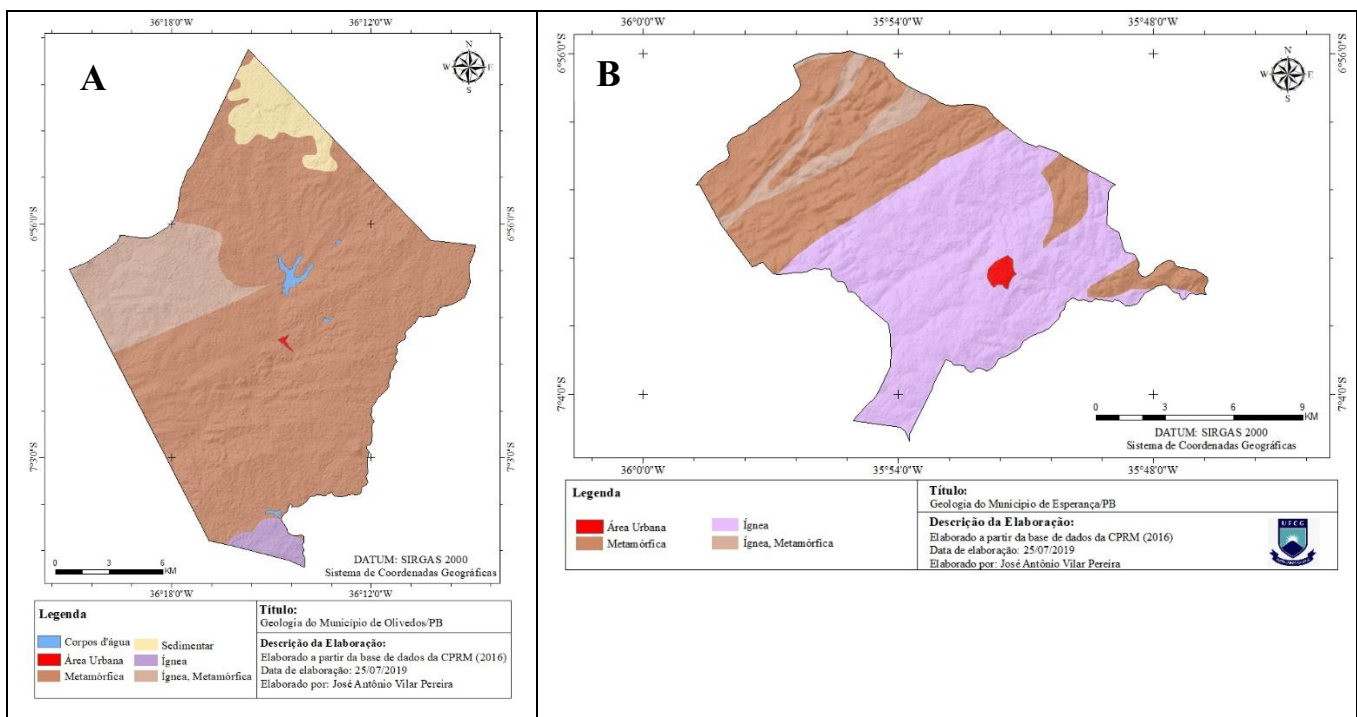
No que refere-se aos aspectos geológicos e litológicos dos municípios, foi registrado que a geologia dos municípios estudados correspondem ao Complexo Granitóide (Figura 3 A e B). Com relação ao município de Olivedos, identifica-se uma mancha de rochas sedimentares à nordeste, que segundo Marques et al. (2019) ocorre a Formação Serra dos Martins (FSM), que é a “única sedimentação fanerozóica, reservada no domo da Borborema”. Em campo, verificou-se a extração de rochas gnáissica (Figura 4 A e B).

Figura 3: Exploração rudimentar de rochas metamórficas nos municípios em análise: Esperança A e Olivedos B.



Fonte: Brenda Souza (2018)

Figura 4: Mapa Geológico dos municípios de Esperança A e Olivedos B.

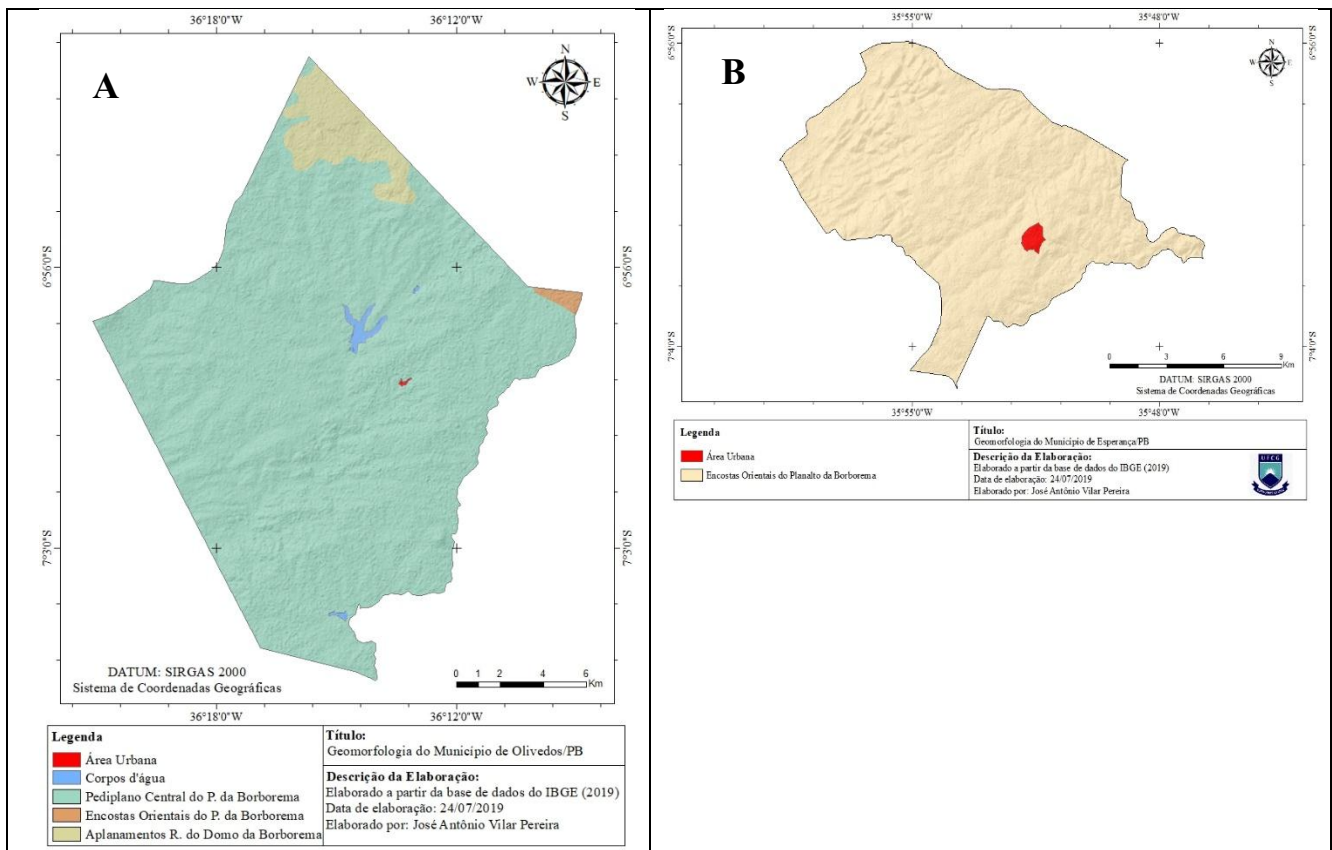


De acordo com Czajka (1958) e Teixeira et al. (2009) a evolução geológica e geomorfológica do Nordeste, apresenta duas abordagens distintas, a saber: a morfoclimática e a tectônica. Portanto, segundo Ross (2005) o Planalto da Borborema está disposto em núcleos cristalinos arqueados, que é margeado por Depressões Sertaneja e do São Francisco, no Nordeste brasileiro.

Segundo Corrêa et al. (2010) e Jatobá (2019), o relevo do Planalto da Borborema localiza-se na porção oeste da Paraíba e as escarpas se prolongam entre 500 a 800m de altitude. Sendo o segmento ao Norte a parte mais elevada, onde localiza-se os Brejos de Altitude e ao Sul, ocorreu um rebaixamento, que predomina a região mais Semiárida (Figura 5 A). As Encostas Orientais dessa unidade tem precipitações médias anuais entre 1.100 e 1.300mm. Já as encostas ocidentais apresentam clima Tropical Quente e Seco, do tipo Semiáridas que registram altitude de 400 a 650m, com regime de precipitações médias anuais, compreendidas entre 400 e 600mm.

Nas áreas mais aplainadas do Planalto da Borborema estão os pediplanos, os quais são feições de relevo bem características do ambiente Semiárido brasileiro. Estas superfícies apresentam-se com declive quase nulo em todos os sentidos. Os processos de degradação lateral provocaram o recuo das vertentes por pedimentação, dando condições à elaboração de superfícies de erosão planas e ligeiramente inclinadas. Tais processos foram levados a efeito, quando das fases de clima tropical severo ou “fases pluviais”, provocaram a dissecação. Em um estágio avançado dos prolongados processos erosivos no domínio morfoclimático de ambientes secos, os pedimentos coalescem, originando o relevo suave ondulado com vales em “U” abertos (Figura 5 B).

Figura 5: Mapa Geomorfológico dos municípios Olivedos **A** e Esperança **B**.

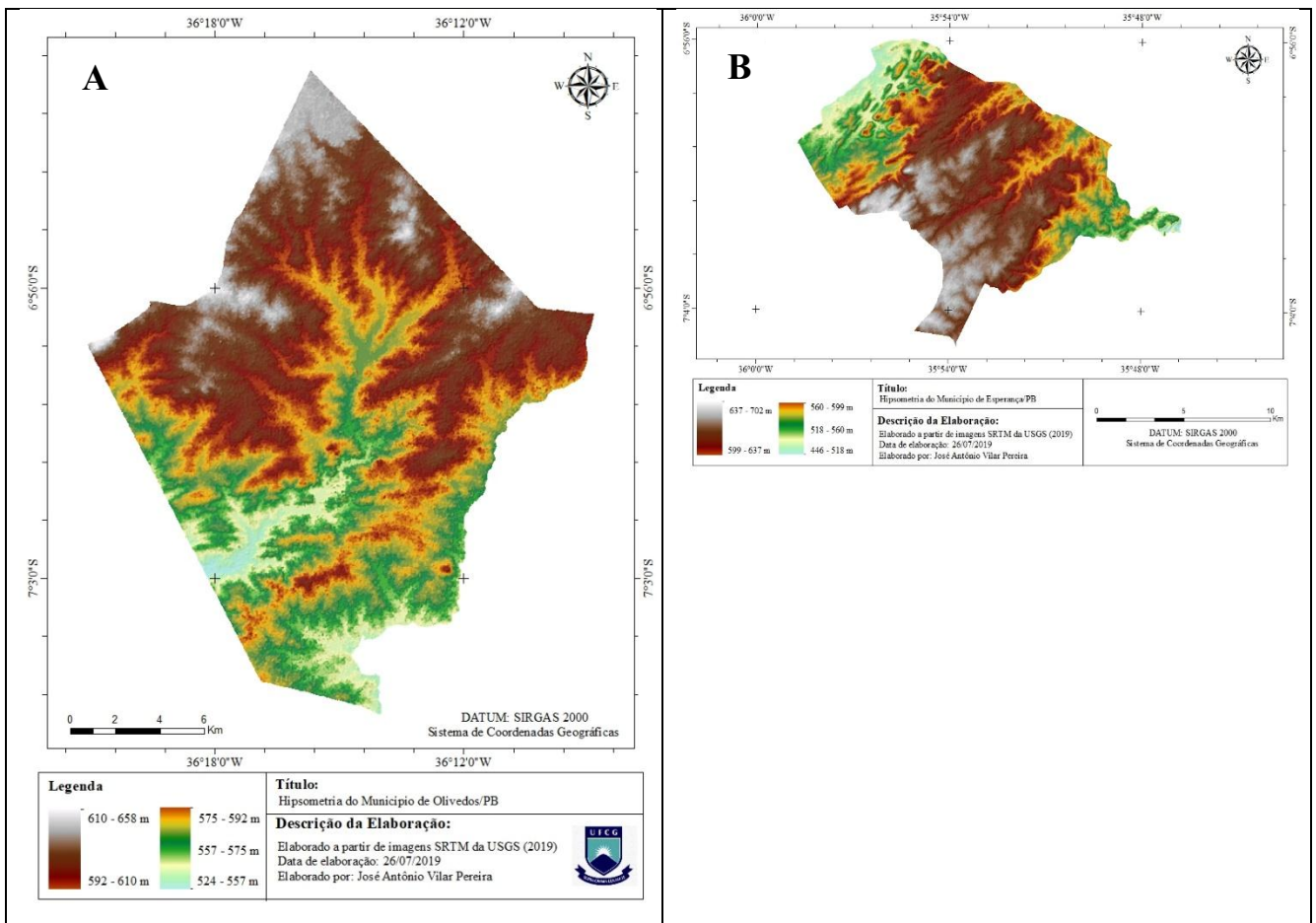


No Nordeste brasileiro, as massas úmidas Equatorial Atlântica e Tropical Atlântica elevam-se da área costeira para o interior do continente e alteram o regime fluviográfico das bacias hidrográficas, moldando os interflúvios. Estes formam-se em condições climáticas de extrema precipitação, que permitem processos intensos de erosão areolar, que superam os de erosão linear, isto é, o escavamento dos talwegues (dissecação linear) (JATOBÁ, 2019)

Na classificação hipsométrica do município de Olivedos (Figura 6 A) verificou-se uma variação hipsométrica que registrou 419,7mm e Esperança 584,5mm, sendo predominante, principalmente a norte, leste e oeste as altitude entre 425m e 558m, condizente ao mapa de Geomorfologia. Este modelado refere-se, aos pediplanos, não havendo assim variações bruscas de cotas hipsométricas. Portanto, ainda que nas áreas de encostas mais íngremes as cotas variam, entre os 610m a 658m.

Porquanto, do município de Esperança (Figura 6 B) identificou-se a variação de valores entre 446m à 702m de altitude, sendo a predominância neste, especialmente a sudoeste do município, com as altitudes entre 599m e 702m. Esta altimetria é decorrente, de características de áreas localizadas nas encostas acentuadas do Planalto da Borborema. Podendo assim, a elevação do terreno varia desde superfícies mais planas a escarpadas.

Figura 6: Mapa Hipsométrico dos municípios de Olivedos **A** e Esperança **B**.



Assim, segundo Bigarella (2003), Mantesso-Neto et al. (2004), Corrêa et al. (2010), as morfoesculturas do Planalto da Borborema são estabelecidas pela resistência da rocha, acarretando em "erosão diferencial". Portanto, esta erosão resulta em diferentes declividades, sendo mais expressiva em regiões secas ou semiáridas.

Com relação a declividade do município de Esperança, constatou-se a variação ente 0° e $90,1^{\circ}$, obtendo maior predominância as áreas com declividades entre 0° a $22,2^{\circ}$. As áreas com declividades superiores a $22,2^{\circ}$ são de pouca ocorrência, concentradas especialmente a noroeste, sudoeste e sudeste (Figura 7 A).

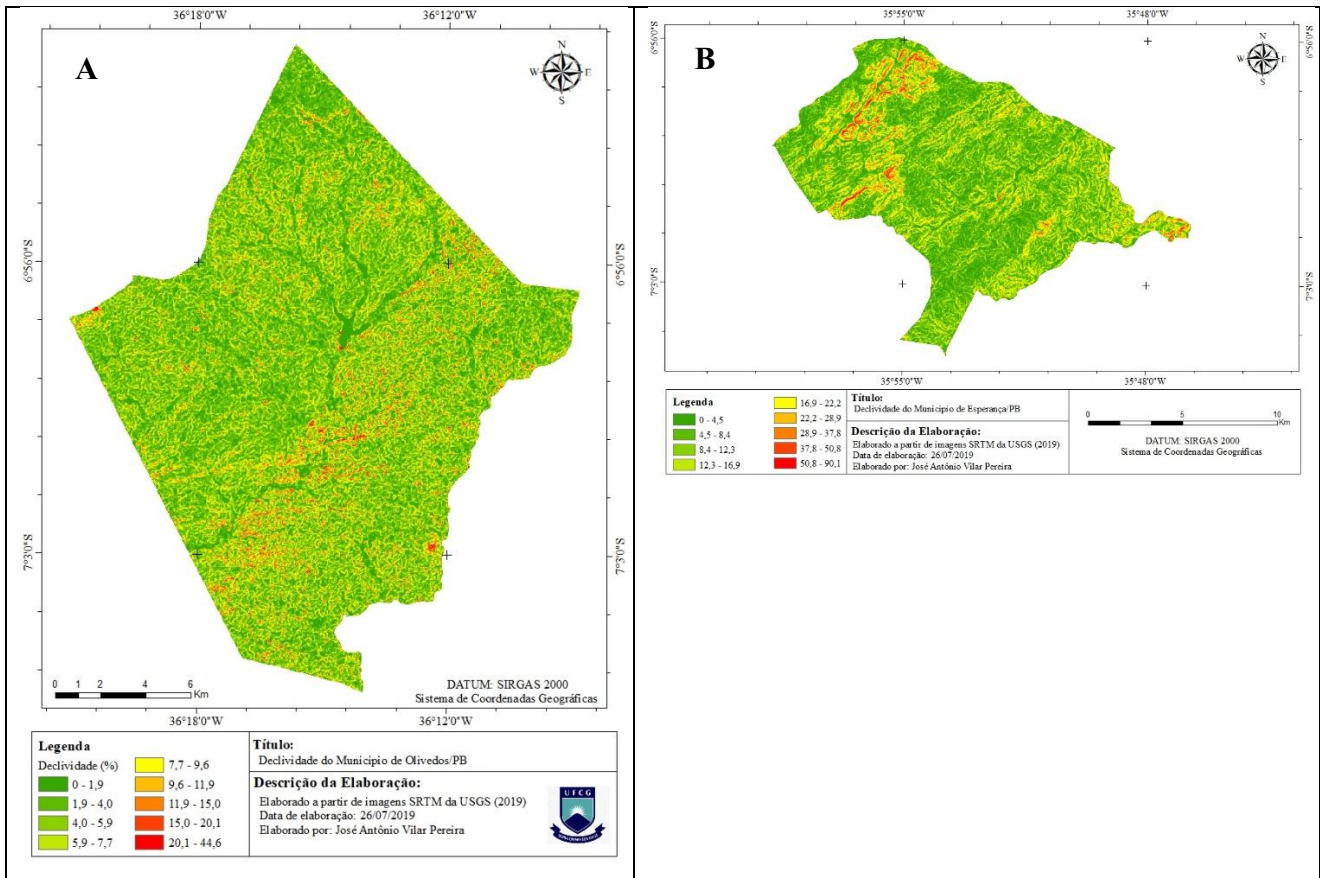
O município de Olivedos (Figura 7 A) apresentou variação de declividade entre 0° e $44,6^{\circ}$, sendo as maiores declividades (entre $15,0^{\circ}$ e $44,6^{\circ}$), contudo estão distribuídas de forma pontual em todo território do município. A predominância ocorre entre a variação no terreno das classes de $4,0^{\circ}$ a $9,6^{\circ}$.

De acordo com a Brasil-Embrapa (1979) os valores entre 0% a 2% predominam um relevo plano; de 2% a 5% correspondem a um relevo suave ondulado; de 5% a 9% relevo ondulado; de 9%

a 16% relevo moderadamente ondulado e de 16% a 45% a relevo fortemente ondulado, de 45% a 70% relevo montanhoso e >70% relevo escarpado.

Dessa forma, verifica-se que o relevo do município de Esperança varia de uma aplainada ou suave ondulado a fortemente ondulado. Entretanto em Olivedos, o relevo varia de suave ondulado a moderadamente ondulado havendo alguns pontos, com relevo fortemente ondulado.

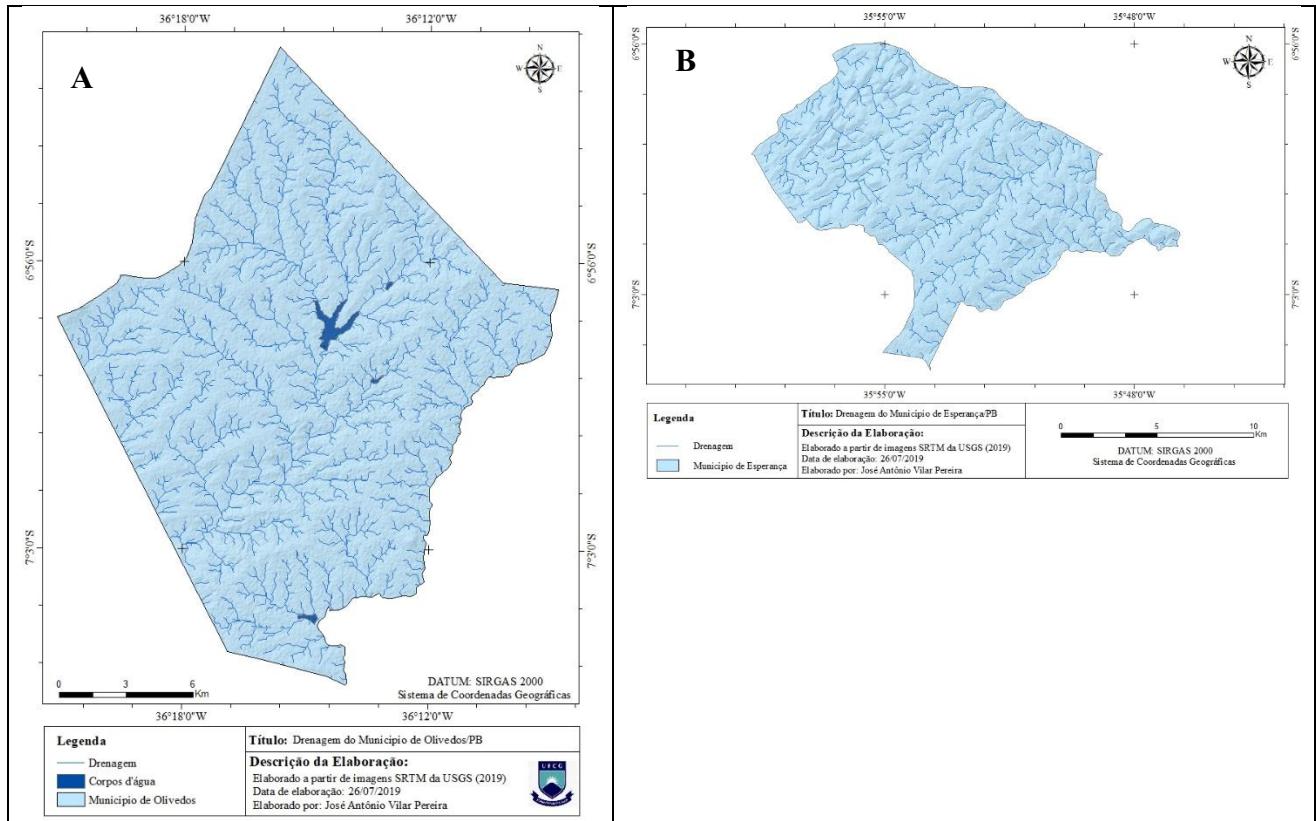
Figura 7: Mapa de declividade dos municípios Olivedos **A** e Esperança **B**.



Ao correlacionar o mapa hipsométrico com a declividade foi possível verificar que o relevo do município de Esperança é suave ondulado a moderadamente ondulado. Nestas áreas predominam declividades de 4,5% a 22,5%. As áreas com maior ondulação do relevo possuem declividade superiores a 22,5% e não apresentam estes últimos como uma característica geral do município.

Foi registrado que a geomorfologia, hipsometria e declividade de uma área, refletem diretamente em sua drenagem. Nos municípios de Olivedos e Esperança são dendrítica média, devido estar localizada sobre um terreno suave ondulado (Figura 8 A e B). De forma que, esta configuração de drenagem é moldada conforme o relevo e os vales abertos em “U” aberto (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Figura 8: Mapa de drenagem dendrítica média dos municípios Olivedos **A** e Esperança **B**.



No município de Esperança predominam solos classificados em Neossolo Litólico Eutrófico e Neossolo Regolítico Distrófico, que correspondem a solos novos e mal drenados. Nas áreas mais planas foram encontradas manchas de Planossolo Nátrico Órtico e Argissolo Vermelho Distrófico (Figura 9 B). Entretanto, o município de Olivedos possui Planossolos Nátricos Órtico (Figura 9 B), com uma pequena mancha leste de Luvisolo Crônico Órtico e ao norte uma porção de extensão leste a oeste de seu território de Neossolo Regolítico Eutrófico (Figura 10 A e B).

Figura 9: Mapa Pedológico dos municípios Olivedos **A** e Esperança **B**.

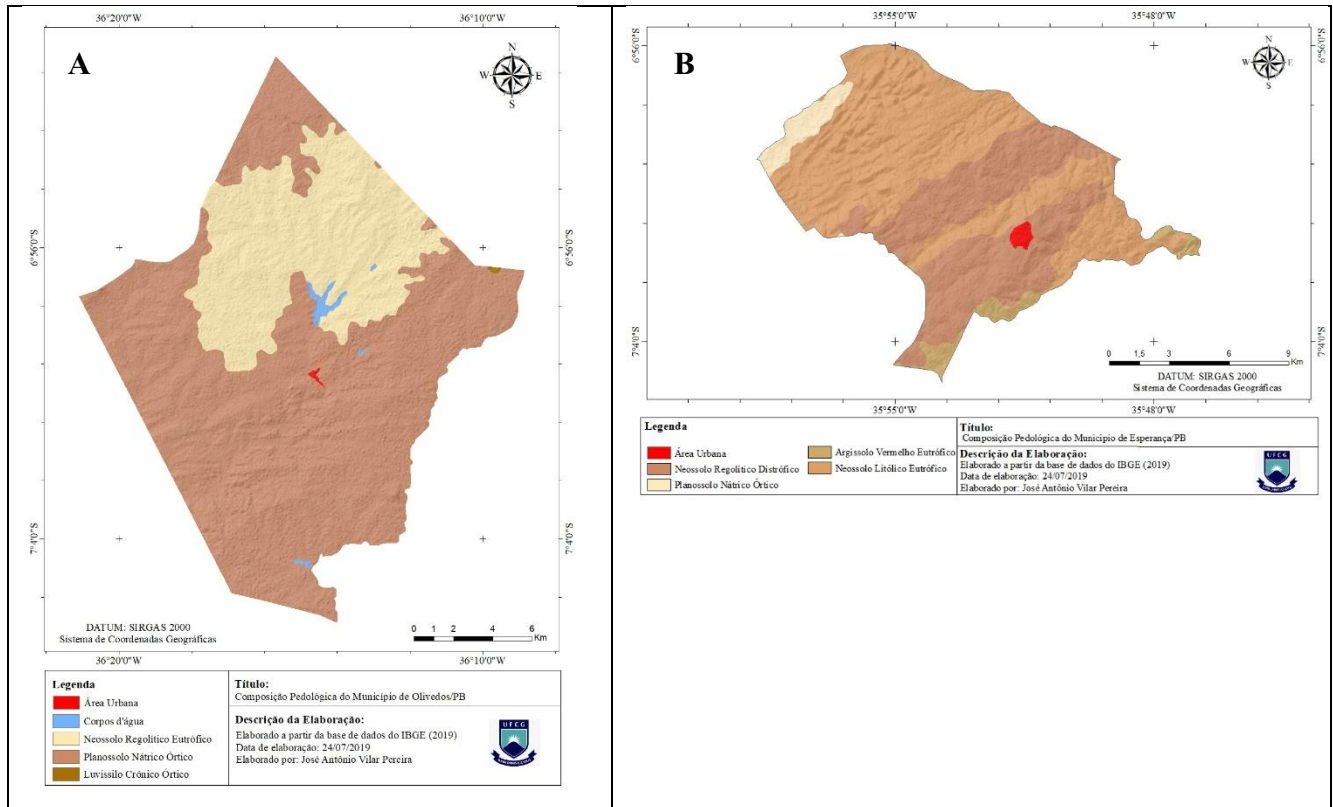
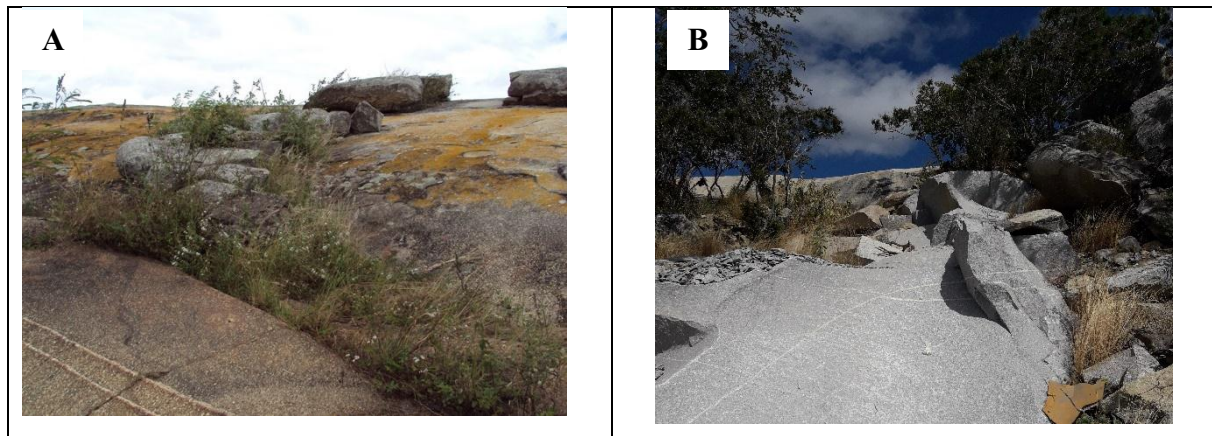


Figura 10: Panorama dos Neossolo Litólico registrados em Esperança **A** e Olivedos **B**, Estado da Paraíba.



Fonte: Brenda Souza (2018)

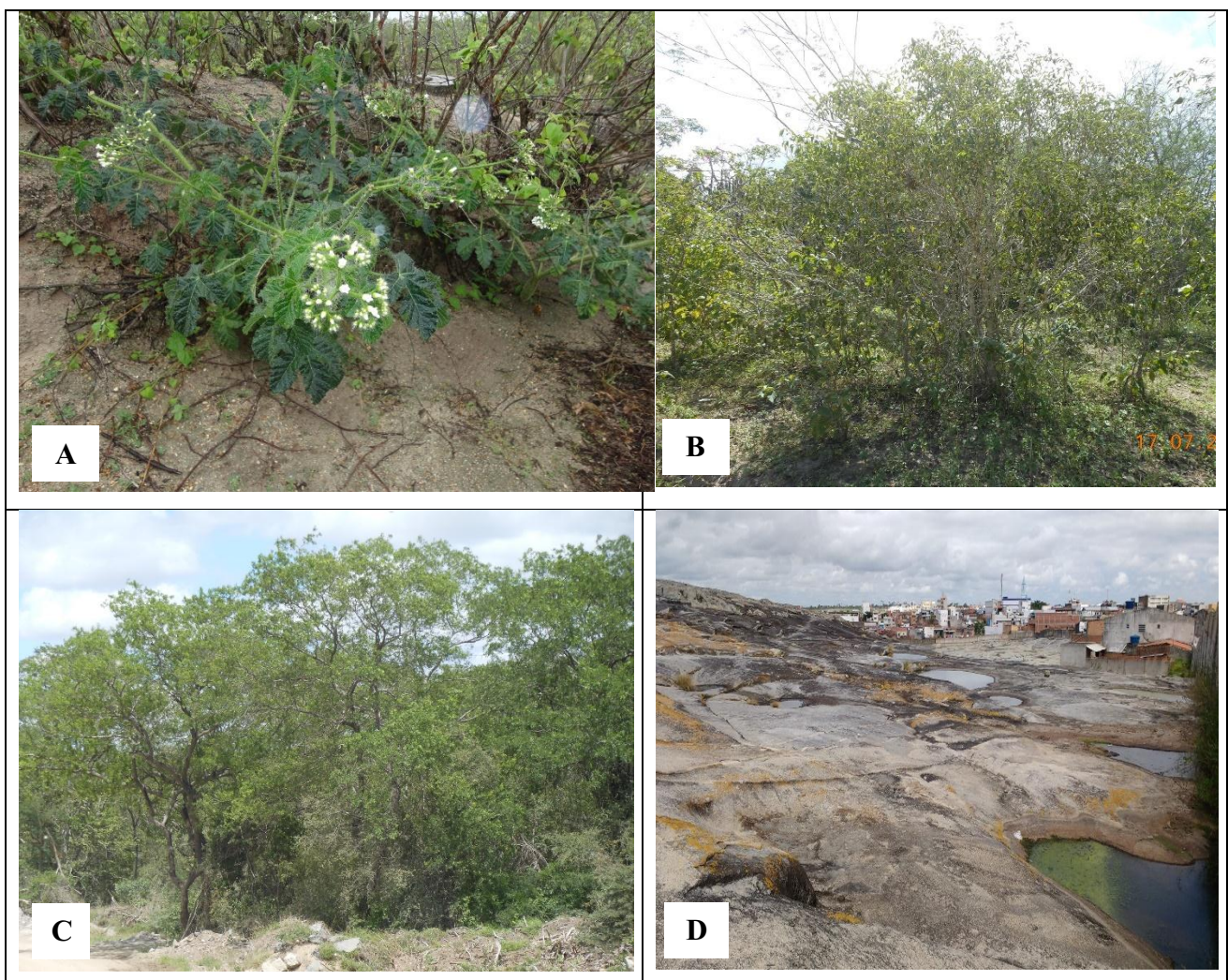
Segundo Lima; Corrêa; Fonsêca (2016) na área em que localiza-se a porção de pedimentos e ao longo da encosta do Planalto a sudoeste, incidem os Luvisolos Crômicos Planossólicos, em relevo suave ondulado e ondulado, áreas que favorecem a aptidão agrícola, enquanto, que o predomínio de áreas semiáridas são os Neossolos Litólicos.

De acordo com a análise do mapa de uso e ocupação do município de Esperança – PB, que foi elaborado a partir de imagem de Landsat OLI de 11 de agosto de 2018, período úmido, foram identificadas as seguintes classes de uso e ocupação do solo: solo exposto/ área urbana; Água;

Vegetação herbácea; Vegetação arbustiva e Vegetação arbórea (Figuras 11). Consoante as visitas *in situ*, as mesmas podem ser observadas de acordo com a Figura 12. Através desta, verificou-se uma predominância de um mosaico vegetacional de porte herbáceo, em uma extensão de 74,73 Km², tomando assim 45,57% da superfície, seguida da classe arbustiva com 55,66 Km² em 33,94% (Tabela 2) (Figura 12 A e B).

Com relação a classe solo exposto e área urbana, as quais abrangem 25,33 Km² em 15,45% da superfície. Nestas áreas foi retirada a cobertura vegetal e se encontram com o solo desnudo ou com vegetação de menor porte. Estas, ocupam as áreas mais planas, tornando-se mais susceptíveis ao uso, seja de atividades agropecuária ou da expansão urbana, apresentando uma maior probabilidade de serem degradadas. A classe de Vegetação Arbórea ocupa apenas 8,08 Km², em 4,93% da superfície, a porção sudeste (Figura 12 C e D). A categoria água corresponde aos reservatórios e rios e estão presente em apenas 0,19 Km², ocupando apenas a 0,11% da superfície (Figura 13 A).

Figura 11: Panorama das fitofisionomias do uso e ocupação do município de Esperança – PB, (A: vegetação herbácea, B: arbustiva, C: arbórea e D: Solo exposto e área urbana)

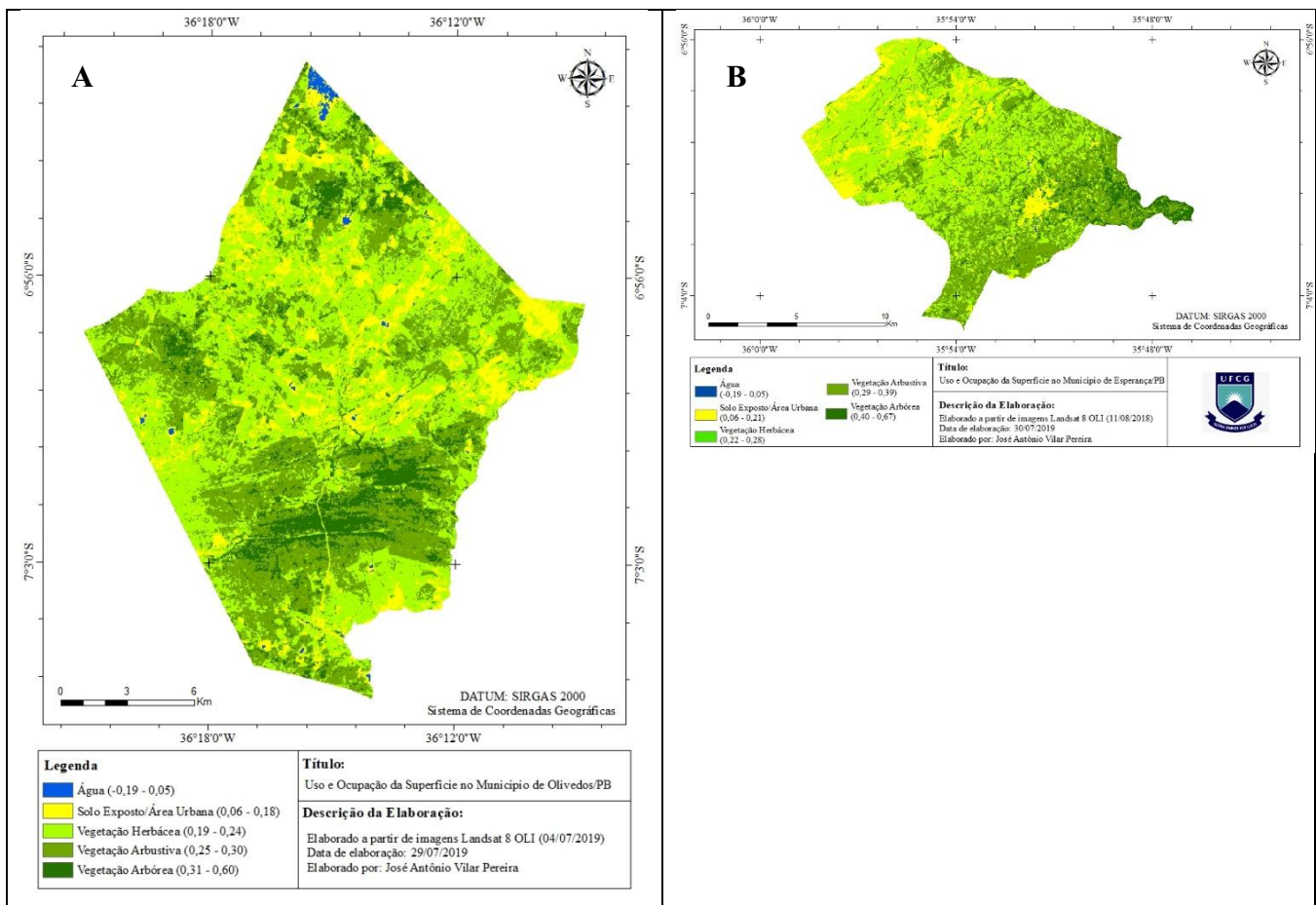


Fonte: Debora Moura (2019)

Tabela 2: Uso e ocupação do solo no município de Esperança

Classes	Km ²	%
Água	0,19	0,11
Solo Exposto	25,33	15,45
Vegetação Herbácea	74,73	45,57
Vegetação Arbustiva	55,66	33,94
Vegetação Arbórea	8,08	4,93
Total	163,99	100

De acordo com a análise do mapa de uso e ocupação do município de Olivedos – PB, elaborado a partir de (imagem de Landsat OLI de 30 de julho de 2019), foram identificadas as seguintes classe de uso e ocupação do solo: solo exposto/ área urbana; água; vegetação herbácea; Vegetação arbustiva e vegetação arbórea (Figuras 13 A). Portanto, foi verificado que categoria ocupou e suas respectivas áreas em porcentagem e em quilômetros quadrados na (Tabela 3), verificou-se uma predominância de um mosaico vegetal de portes herbáceo, em uma extensão de 138,63 Km², tomando assim 43,55% da superfície, seguida da classe arbustiva com 107,87Km², em 33,89% da superfície.

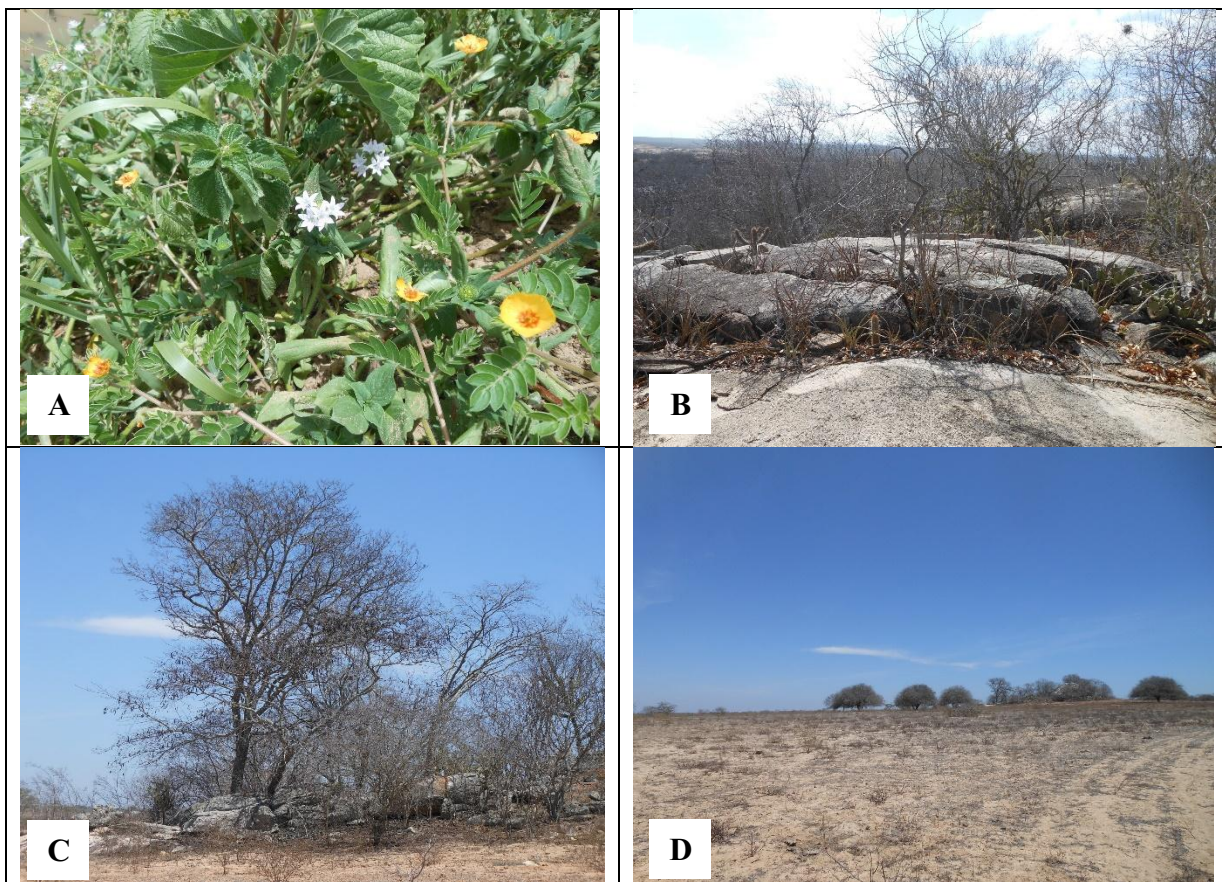
Figura 12: Mapa de uso e ocupação do solo dos municípios Olivedos **A** e Esperança **B**.

Com relação a classe solo exposto/ área urbana estas abrangem 46,99 Km² em 14,76% da superfície e corresponde as áreas, que estão antropizadas e se encontram com o solo desnudo ou com vegetação arbustiva aberta. A classe de vegetação arbórea ocupa apenas 22,83 Km² em 7,17% da superfície a sul e algumas manchas a noroeste e a nordeste. A categoria água corresponde aos reservatórios e rios e está presente em apenas 1,99Km², correspondendo apenas a 0,63% da superfície (Figuras 14 A, B, C e D).

Tabela 3: Uso e ocupação do solo no município de Olivedos

Classes	Km ²	%
Água	1,99	0,63
Solo Exposto	46,99	14,76
Vegetação Herbácea	138,63	43,55
Vegetação Arbustiva	107,87	33,89
Vegetação Arbórea	22,83	7,17
Total	318,31	100

Figura 13: Panorama das fitofisionomias do uso e ocupação do município de Olivedos – PB, (A: vegetação herbácea, B: arbustiva, C: arbórea e D: Solo exposto e área urbana)



Fonte: Debora Moura (2019)

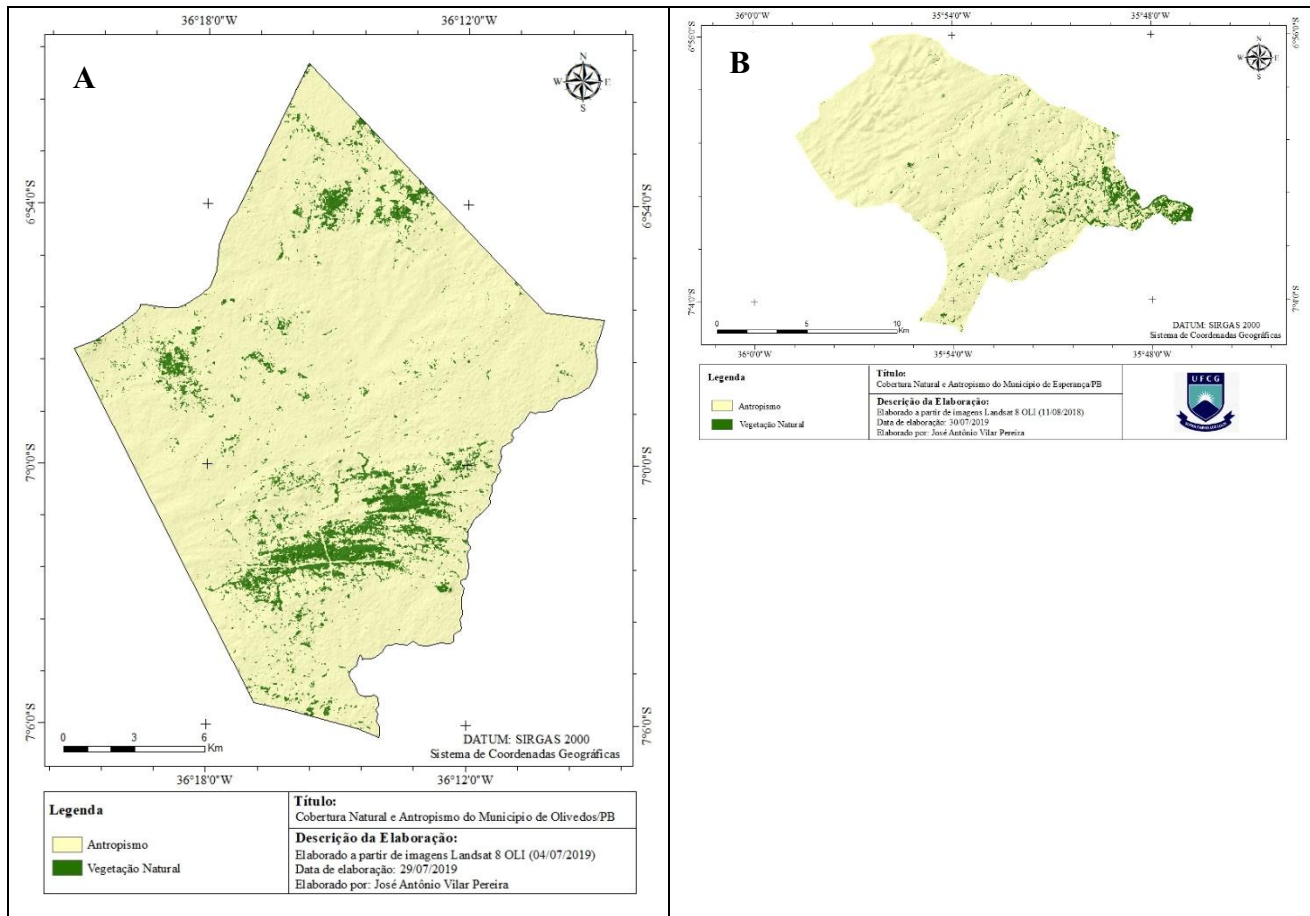
Porquanto, ao analisar o processo de intervenção antrópica nos municípios de Esperança e Olivedos ressalta-se, que as formas de uso e cobertura do solo estão correlacionadas as atividades econômicas, como a agropecuária, exploração mineral e expansão urbana. Neste sentido, por meio da (Figura 15 A e B), verifica-se que no município de Esperança, as atividades antrópicas compreendem toda extensão municipal e se distribui irregularmente em toda a extensão de ambos municípios, limitando-se a pequenos fragmentos florestais presentes, visualizados no trajeto realizados no estudo de campo.

De acordo com a (Tabela 4) percebe-se que no município de Esperança a área de Cobertura de Vegetação Natural 8,08 Km² corresponde a apenas 4,93% da superfície. Contudo, no município de Olivedos a área de cobertura florestal é equivalente a 22,83 Km², o que abrange 7,17 % de seu território.

Tabela 4: Uso e ocupação do solo, com ênfase na intervenção antrópica nos municípios de Esperança e Olivedos.

Esperança			Olivedos		
Classes	Km²	%	Classes	Km²	%
Antropismo	155,91	95,07	Antropismo	295,48	92,83
Vegetação Natural	8,08	4,93	Vegetação Natural	22,83	7,17
Total	163,99	100	Total	318,31	100

Figura 14: Mapa de uso e ocupação do solo dos municípios Olivedos A e Esperança B.



Vale ressaltar que as áreas com menores valores altimétricos são as mais ocupadas por atividades antrópicas, decorrente da baixa declividade, nos quais estão os acessos terrestres e os corpos d'água, que estimulam o desenvolvimento de atividades relativas ao cotidiano do homem. Desta maneira, destaca-se em especial a ocupação urbana e principalmente a mineração, produção agrícola e pecuária.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar as características geoambientais e antrópicas dos municípios de Esperança e Olivedos verifica-se que os mesmos encontram-se com fragmentos florestais, sendo eles de Mata Atlântica e Caatinga, os quais ocupam as áreas de difícil acesso, como encostas íngremes e afloramentos rochosos, caracterizados como paisagens propícias para atividade econômica como a mineração. Entretanto, no entorno existem conflitos entre atividades agropastoris, que repercutem no uso excessivo dos recursos naturais, principalmente na vegetação.

Os condicionantes geoambientais do município de Esperança resultam em decorrência do fator climático e altimétrico, que interferem diretamente na formação de solos e conseqüentemente na maior interferência antrópica. Enquanto, que em Olivedos por apresentar um clima mais seco e relevo mais baixo, a intervenção antrópica resulta-se da exploração da pecuária extensiva e mineração.

Neste caso, as paisagens apresentadas nos dois municípios formam um mosaico vegetacional, com fitofisionomias em diferentes estágios de conservação, devido a antropização e aos fatores físicos que são distintos.

Assim, ressalta-se que os fatores abióticos estão relacionados a cobertura vegetal e intensa pressão antrópica devido à pecuária tradicional, agricultura e mais recente à implantação da mineração, condiciona em conflitos, com ecossistemas frágeis, como os afloramentos rochosos. Portanto, estes afloramentos rochosos, onde o Bioma Caatinga é predominante, são fisionomias fortemente ameaçadas pela ação antrópica.

5 REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Geomorfologia e problemas de organização do Espaço na Ilha de Santo Amaro. *Geografia e Planejamento*, São Paulo, n. 5, p. 1-27, 1974.
- ALLEN, R. G.; TREZZA, R; TASUMI, M. **Surface energy balance algorithms for land**. 1ª ed. Advance training and users manual, 2002.
- ALVES, A. P. A.; PEREIRA, T. M. S.; MARQUES, A. L.; MOURA, D. C.; MELO, J. I. M. Sucessão Ecológica em Área de Exploração Mineral do Semiárido Paraibano (BRASIL). *ACTA Geográfica*, Boa Vista, v.12, n.29, mai./ago. de 2018. Pp. 75-93
- ALVES, M. A. O.; SANTOS, P. R. S.; FILHO, M. L.; Bioestratigrafia do Limite Cretáceo-Paleógeno da Bacia da Paraíba com Base na Palinologia. *Revista Estudos Geológicos*. v29 n1, p3-24, 2018.
- ARAÚJO FILHO JC. 2011. **Relação solos e paisagem no bioma Caatinga**. Anais do Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Embrapa Solos. Recife-PE, 23 p.
- ARAÚJO, L. V. C. **Composição florística, fitossociologia e influência dos solos na estrutura da vegetação em uma área de caatinga no semi-árido paraibano**. Areia: UFPB, 2007.p.121.< Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/12819448/composicao-floristicafitossociologia-e-influencia-dos-solos-na>.
- BARROS, M.J.F; ARIAS, G.A. S.; FREGONEZIA, J. N.; ZOLETA, A. C. T. ; Igancib, J. R.V.; FILHOC, J. A. F. D.; FREITAS, L. B.; Environmental drivers of diversity in Subtropical Highland Grasslands. *Revista Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. vol.17, 360–368, 2015. <Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hoehnea/v45n2/2236-8906-hoehnea-45-02-0159.pdf>>

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global**. R. RA'E GA, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004. Editora UFPR.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, n. 13, p. 1-27, 1971.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais** / João José Bigarella ; contribuição de Everton Passos... [et al.]. – Florianópolis: Ed da UFSC, 2003.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão Regional do Brasil**, 2017. Disponível em:< https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/default_div_int.shtm >

BRASIL. **Decreto Nº 9.406, de 12 de junho de 2018**. Regulamenta o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e a Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9406.htm>.

BRASIL. **Lei Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manual de Normas e Procedimentos para Licenciamento Ambiental no Setor de Extração Mineral**. Brasília – DF. Agosto de 2001. Disponível em:< https://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/arquivos/MANUAL_mineracao.pdf>.

BRASIL. SUDEMA. Superintendência de Administração do Meio Ambiente. **Instrução Normativa SUDEMA Nº 1 DE 08/04/2016**. Define os procedimentos internos da Superintendência de Administração do Meio Ambiente - Sudema - para validação do licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de extração de mineral de agregado para construção civil - areia, cascalho, silte e argila - em leito de rios e riachos no Estado da Paraíba, bem como a complementação documental necessária para o requerimento de tais atos administrativos. Publicado no DOE - PB em 16 mar 2017. Disponível em:< <http://static.paraiba.pb.gov.br/2016/04/Diario-Oficial-12-04-2016.pdf>>

CABRAL, L. N.; DANTAS, H. F. S. A.; SILVA, J.A. L.; MEDEIROS, M. C. S. Análise da Exploração Minerária e Seus Impactos, Visando a Recuperação de Áreas Degradadas: Estudo de Caso no Município de Pedra Lavrada-PB. **Revista Geoambiente Online**. n.25 | Jul-Dez/2015<Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/36290/20022>>

CARDOSO, C.A. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo-RJ. **Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.241-248, 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Editora Blucher, 1980.

CORRÊA, A. C. de B.; TAVARES, B. de A. C.; MONTEIRO, K. de A.; CAVALCANTI, L. C. de S.; LIRA, D. R. de. Megageomorfologia e Morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, 31 (1/2), 35-52, 2010.

CORRÊA, A.C.B.; TAVARES, B.A.C.; MONTEIRO, K.A.; CAVALCANTI, L.C.S.; LIRA, D.R. Megageomorfologia e morfoestrutura do planalto da borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, 2010. n. 31, p. 35-52.

CORREIA, I.M.G. **Alteração na Cobertura Vegetal do Manguezal do Estuário Do Rio Camaratuba e sua Contextualização Geoambiental a Nível de Bacia**. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia em Geografia). – Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Campina Grande, 2018.

COSTA, D. F. da S.; SENA, V. R. R. de S.; OLIVEIRA, A. M.; ROCHA, R. M. Análise da diversidade da vegetação herbácea em reservatório no semiárido brasileiro (açude Itans – RN). **Revista Biotemas**. V. 29, n. 1. UFSC: 2016 p.25-36 <Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2016v29n1p25>> .

CPRM - Serviço Geológico do Brasil- Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do Município de Oivedos, estado da Paraíba / Organizado [por] Breno Augusto, Beltrão Franklin de Moraes, João de Castro Mascarenhas, Jorge Luiz Fortunato de Miranda, Luiz Carlos de Souza, Junior Vanildo Almeida Mendes. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CZAJKA, Willi. **Estudos geomorfológicos no Nordeste brasileiro**. **Revista Brasileira de Geografia**, ano XX, n. 2, p.135-180, 1985.

DEXTER K.G, PENNINGTON R.T, OLIVEIRA-FILHO A.T, BUENO M.L, SILVA DE MIRANDA P.L, NEVES D.M. 2018. **Inserting dry tropical forests into the discussion on biome transitions in the tropics**. *Frontiers in Ecology and Evolution* 6: 104

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1)

ESRI - Environmental Systems Research Institute. **GIS Dictionary**. Disponível em: <<http://support.esri.com/other-resources/gis-dictionary/term/DEM>> Acesso em: 04/02/2018.

FRANCISCO, P.R.M., PEREIRA, F.C., BRANDÃO, Z.N., ZONTA, J.H., SANTOS, D., SILVA, J.V. do N. Mapeamento da aptidão edáfica para fruticultura segundo o zoneamento agropecuário do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol.08, n.02, (2015) 377-390. 377p.

FREIRE, N.; MOURA, D. C.; SILVA, J. B.; MOURA, A. S. S. MELO, J. I. M. Reserva biológica Serra Negra. **Relatório Parcial da Pesquisa mapeamento e análise espectro-temporal das unidades de conservação de proteção integral da administração federal no Bioma Caatinga**. Recife-PE: FUNDAJ, 2018, 27 p. <Disponível em: http://www.fundaj.gov.br/images/stories/cieg/CAPITULOS/cap17_rebioserranegra_caatinga_fundaj.compressed.pdf>.

GRANJA, C. V. A.; CAVALCANTE, E. P.; FILHO, H. P. C.; SIQUEIRA, M. S.; NASCIMENTO, W. Degradação Ambiental: Exploração de Gipsita no Polo Gesseiro do Araripe. **Revista Multidisciplinar e de Psicologia**. v. 11, n. 36 (2017).

JATOBA, L. **Elementos de Climatologia e Geomorfologia do Trópico Semiárido Brasileiro**. Recife. PROFCIAMB – UFPE. 2019.

JESUS, E. N. de; SANTOS, T. S. dos; RIBEIRO, G. T; ORGE, M. D. R.; AMORIM, V. O; BATISTA, R. C. R. C. Regeneração Natural de Espécies Vegetais em Jazidas Revegetadas. **Revista Floresta e Ambiente**. v. 23. n. 2. 191-200 p. 2016.

KOPPEN, W. Klassifikation der klimare nach temperatur, niederschlag und jahreslauf. **Petermanns Geographische Mitteilungen**, Gotha, v.64, 1918. p.193-203.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER JR, T. E.; **Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil**. Brasil: Megadiversidade, 2017.

LEMOS, J. R. & ZAPPI, D. C. Distribuição geográfica mundial de plantas lenhosas da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará. **Brasil Revista Brasileira de Biociências**. v. 10. n.4. Porto Alegre: 2012, p. 1679-2343 <Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/2284/1156>>

LIMA, E. M.; CORRÊA, A. C. B.; FONSÊCA, D. N. Dinâmica Geomorfológica Quaternária da Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, Planalto Da Borborema. **Revista do Departamento de Geografia**, V. 31 (2016) 142-155.

LIMA, F. N. de. **Mapeamento e análise espectro-temporal das unidades de conservação de proteção integral da administração federal no bioma caatinga**. Fundação Joaquim Nabuco, Recife, 2015.

MACEDO, M. J. H.; GUEDES, R. V. S.; SOUZA, F. A. S.; DANTAS, F. R. C. Análise do índice padronizado de precipitação para o estado da Paraíba, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 5, n. 1, p. 204-214, 2010.

MANTESSO-NETO, V. ; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. Dal Ré.; BRITO NEVES, B. B. (Orgs.) **Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. 647 p. (inclui CD-ROM).

MARANGON, G. P.; FELKER, R. M. ZIMMERMANN, A. P. L.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A da. Análise de agrupamento de espécies lenhosas da Caatinga no Estado do Pernambuco. **Pesquisa Florestal Brasileira**. v. 36, n. 88. Colombo, p. 347-353. 2016.

MARQUES, L. A; SILVA, B. J; MOURA, C. D; SILVA, G. D. Caracterização Morfoestrutural e Morfoescultural do Cariri Paraibano. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v.11, n.27, pp.231-242, Setembro/Dezembro de 2017.

MARKHAM, B. L; BARKER, L. L. **Thematic Mapper Bandpass Solar Exoatmospherical irradiances**. International Journal of Remote Sensing 8, 517-523, 1987

MECHOSO, C.; LYONS, S.; SPAHR, J. The impact of sea surface temperature anomalies on the rainfall in northeast Brazil. **Journal of Climate**, v.3, p.812-826, 1990.

MILANEZ, B.; **Mineração, Ambiente e Sociedade: Impactos Complexos e Simplificação da Legislação**. Boletim Regional, Urbano e Ambiental (BRU) : n.16, jan./jun. 2017.

MIRANDA, Livia Izabel Bezerra de. **A Crise Hídrica e a Gestão das Águas Urbanas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba**. Sessão temática 4: Meio Ambiente e Políticas Públicas. XVII Enapur. São Paulo, 2017.

OLIVEIRA, E. V. S.; PRATA, A. P. N.; PINTO, A. S. Caracterização e atributos da vegetação herbácea em um fragmento de Caatinga no Estado de Sergipe, Brasil. **Revista Hoehnea**. vol.45 no.2 São Paulo Apr./June 2018.

OLIVEIRA, T. H.; OLIVEIRA, J. S. S.; MACHADO, C. C. C.; GALVÍNCIO, J. D.; NOBREGA, R. S.; PIMENTEL, R. M. M. **Deteção Espaço - temporal de estresse hídrico na vegetação do semiárido no Nordeste do Brasil utilizando NDVI e NDWI - Estudo de caso da Serra da Capivara e Serra do Congo - PI**. In: Anais do VI Seminário Latino Americano e II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. Coimbra: Departamento de Geografia e Inovmap, 01-12, 2010.

PEREIRA JUNIOR, L. R; ANDRADE, A. P. de; ARAÚJO, K. D. Composição Forística e fitossociológica de um fragmento de caatinga em Monteiro, PB. **Revista Holos**. v. 6, n. 28. IFRN: 2013, p. 73-87 <Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1188>>

PEREIRA, D. C.; SIFFERT, P. V.; GUERRA, P. G. T.; GUIMARÃES, L. O.; GENTIL, P. P. C.; Irresponsabilidades Organizacionais ou Ausência de Governança Territorial? Reflexões Sobre Gestão Ambiental no Projeto Minas-Rio. **Revista Ambiente & Sociedade**. São Paulo. Vol. 22, 2019.

PEREIRA, T.M.S. **Riqueza e Diversidade de Vegetações em Afloramentos Rochosos no Município de Esperança-PB**. 2016. Monografia. Universidade Federal de Campina Grande – Campina Grande, 2016.

POREMBSKI, S.; MARTINELLI, G.; OHLEMULLER, R.; BARTHLOTT, W. Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in brazilian Atlantic forest. **Diversity and Distributions** vol.4: 107-119, 1998.

PRADO, D. E. Capítulo 1- As Caatingas da América do Sul. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: UFPE, 2003 822p.

RIEGELHAUPT, E. ; PAREYN, F. G. C.; BACALINI, B. O manejo Florestal na Caatinga: resultados da experimentação. In: GARIGLIO, et al (orgs). **Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010 p. 257-275.

ROSS, J.L. (Org.). **Geografia do Brasil**., Editora da USP, São Paulo., 2005, 546 pgs.

ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. **Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS**. Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, 1, 309-317, 1973.

SANTANA, J. A. da S.; SANTANA JUNIOR.; J. A. da S.; BARRETO, W. da S.; FERREIRA, A. T. da S. Estrutura e distribuição espacial da vegetação da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó, RN. **Pesquisa Florestal Brasileira**. v. 36. n. 88. 2016 <Disponível em: <http://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1002>> .

SANTOS, E. F. N.; SOUZA, I. F. de.; PINTO, J. E. S. de S.; DUARTE NETO, P. J. Validade da estatística na compreensão do clima para diagnóstico e previsão. **Revista Brasileira de Geografia Física** v. 10. n. 5. UFPE: 2017, p. 1346-1354

SANTOS. E, J; NEVES. B. B. B. ALMEIDA. F, M; HASUI. Y (Orgs). **Província Borborema. O Pré-cambriano**. Ed. Edgard Blücher, São Paulo, 1984.

SCHUMM, S. A. **Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey**. Geological Society of America Bulletin, v. 67, n. 5, p. 597- 646, 1956.

SILVA, B. L. R. da;TAVARES, F. M.; CORTEZ, J. S. A. Composição Florística do componente herbáceo de uma área de caatinga - Fazenda Tamanduá, Paraíba, Brasil. **Revista de Geografia**. v.29, n. 3. UFPE: 54-64 p. 2012.

SILVA, B. L. R.; **Estrutura e composição florística de herbáceas em diferentes estádios sucessionais de Caatinga**. (Dissertação de Mestrado). Recife, 2011. 78p.<Disponível em:http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/542/arquivo2373_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SILVA J.M.C., BARBOSA L.C.F., LEAL I.R. & TABARELLI M. (2017) **The Caatinga: Understanding the Challenges** (p. 3–22). In: Silva J.M.C., Leal I.R. & Tabarelli M. (Eds.) **Caatinga: the largest Tropical Dry Forest region in South America**. Switzerland: Springer Nature. 474 p.

SILVA, M.L. A Dinâmica de Expansão e Retração de Cerrados e Caatingas no Período Quaternário: Uma Análise Segundo a Perspectiva da Teoria dos Refúgios e Redutos Florestais. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 01 (2011) 057-073.

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. Caatinga e desertificação. **Mercator**, Fortaleza v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015.

VELDMAN, J.W., OVERBECK, G.E., NEGREIROS, D., MAHY, G., LE STRADIC, S., DURIGAN, G., BUISSON, E., PUTZ, F.E. & BOND, W.J. (2015) Tyranny of trees in grassy biomes. **Science**, 347, 484–485

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

VIEIRA, L. A. F.; **Dinâmica da Comunidade Herbácea em uma área de caatinga no Cariri Paraibano**. (Monografia). Recife, 2014 p. 41<Disponível em:<http://www.ccen.ufpb.br/cccb/contents/monografias/2014.2/dinamica-da-comunidade-herbacea-em-uma-area-de-caatinga.pdf>>

WANDERLEY, L. S. A; NÓBREGA, R.S; MENEZES, R. S. C; SANTOS, C. L; LUCENA, J. A. **Climatology applied to forage palm cultivation planning in the semi-arid hydrographic basin of the Brazilian Northeast**. Revista Brasileira De Geografia Física , v. 10, p. 641-649, 2017.

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS SOBRE INFLUÊNCIA DA MINERAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DE ESPERANÇA-PB E OLIVEDOS – PB.



O conteúdo deste capítulo será submetido para publicação na Revista Flora Neotropica Qualis A2 para Geografia.

ORGANIZACIÓN PRO • ORGANIZAÇÃO DE • ORGANIZATION FOR



COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS SOBRE INFLUÊNCIA DA MINERAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DE ESPERANÇA-PB E OLIVEDOS – PB.

FLORISTIC COMPOSITION IN ROCKY OUTCROPS ON THE INFLUENCE OF MINING IN THE MUNICIPALITIES OF ESPERANÇA-PB AND OLIVEDOS-PB.

RESUMO

O bioma Caatinga apresenta diversos ecossistemas, dos quais os afloramentos rochosos possuem características marcantes, adaptáveis as condições edafoclimáticas. As espécies que ocupam esses espaços estão fixadas em marmitamentos, ou cavidades desenvolvidas na rocha, no qual estão sujeita as condições climáticas da região Semiárida e exclusivamente das amplitudes térmicas da rocha. Estudos apontam que a regeneração da flora na Caatinga, principalmente sobre áreas de exploração mineral, duram de 15 a 20 anos. As áreas do estudo passam por um processo de exploração mineral rudimentar, e essa atividade poderá comprometer a biota rupestre. Neste sentido, o estudo visa analisar a composição florística em afloramentos rochosos sobre influência da mineração nos municípios de Esperança-PB e Olivedos – PB. Foram realizadas inspeções mensais de setembro de 2017 a setembro de 2018 em toda a extensão dos afloramentos rochosos, nos municípios estudados. Nestas pesquisas in loco, foram coletados espécimes férteis floridos e/ou frutificados, a identificação do material botânico concretizou-se a partir de consultas a bibliografia especializada e taxonomistas. O estudo resultou em 730 espécimes, sendo 516 em Esperança e 214 em Olivedos. Destes foram obtidos 52 famílias, sendo identificados 135 gêneros, dos quais, 42 compuseram a flora de Olivedos e 92 a flora de Esperança, sendo que 34 estavam presentes nas duas áreas. As duas áreas de Afloramentos rochosos estudados apresentam atividade mineradora rudimentar, que são exercidas por agricultores dos municípios. A atividade de mineração apresenta-se como informais, sendo complemento de renda para estes. No âmbito do desenvolvimento econômico e viabilidade de renda, a atividade minerária, gera uma contradição na questão de proteção ao meio, à qualidade de vida destes mineradores e o crescimento econômico.

Palavras-chave: Florística Rupestre, Semiárido, Conflitos com mineração

ABSTRACT

The Caatinga biome has several ecosystems, of which rocky outcrops have remarkable characteristics, adaptable to edaphoclimatic conditions. The species that occupy these spaces are fixed in marmitments, or cavities developed in the rock, in which the climatic conditions of the Semiarid region and exclusively the thermal amplitudes of the rock are subject. Studies indicate that the flora regeneration in Caatinga, especially over mineral exploration areas, lasts from 15 to 20 years. The study areas undergo a rudimentary mineral exploration process, and this activity may compromise the rupture biota. In this sense, the study aims to analyze the floristic composition in rocky outcrops on the influence of mining in the municipalities of Esperança-PB and Olivedos-PB. Monthly inspections were carried out from September 2017 to September 2018 throughout the outcrops in the municipalities studied. In these on-site surveys, fertile specimens flowering and / or fruiting were collected, and the identification of botanical material was made through consultations with specialized bibliography and taxonomists. The

study resulted in 730 specimens, 516 in Esperança and 214 in Olivedos. From these, 52 families were obtained and 135 genera were identified, of which 42 composed the flora of Olivedos and 92 the flora of Esperança, and 34 were present in both areas. The two areas of rocky outcrops studied have rudimentary mining activity, which are carried out by farmers of the municipalities. Mining activity is informal, being an income supplement for these. In the context of economic development and income viability, mining generates a contradiction in the issue of environmental protection, the quality of life of these miners and economic growth.

Keyword: Cave Floristics, Semiarid, Conflicts with mining

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga está inserida no complexo de Florestas Secas e Decíduas Intertropicais. A flora deste bioma é composta essencialmente por espécies arbustivas, arbóreas e herbáceas, inclusive com 83% de espécies endêmicas das Cactaceae e Bromeliaceae (SILVA, 2016; FERNANDES; QUEIROZ, 2018). Estas são, na sua maioria, xerófitas, decíduas e terófitas, caracterizadas como plantas suculentas e espinhosas, que apresentam uma fenologia baseada nas condições pluviométricas no período chuvoso (FARIAS et al., 2016; BASTIN et al., 2017).

O presente bioma apresenta diversos ecossistemas, dos quais os afloramentos rochosos possuem características marcantes e peculiares, adaptáveis as condições edafoclimáticas. De modo que, as espécies que ocupam esses espaços estão fixadas em marmitamentos ou cavidades desenvolvidas na rocha, as quais estão sujeita as condições climáticas da região Semiárida e exclusivamente das amplitudes térmicas da rocha (SALES-RODRIGUES et al., 2014; PEREIRA et al., 2019).

Contudo, nesses ecossistemas a vegetação está passível de desmatamento, devido às atividades da agropecuária e da mineração, bem como o corte de lenha e carvão (ALVES et al., 2018). A supressão da flora nestes ambientes, ocasiona a extinção, principalmente de espécies endêmicas, entre as quais se destacam a redução da biodiversidade e a desertificação (SOUZA et al., 2015; LEITE et al., 2013).

Segundo os estudos de Riegelhaupt Pareyn; Bacalini (2010); Alves et al., (2018) a regeneração da flora na Caatinga, principalmente sobre áreas de exploração mineral, duram de 15 a 20 anos. Entre as áreas de afloramentos rochosos na Caatinga, destaca-se as localizadas nos municípios de Esperança e Olivedos, Estado da Paraíba. Nestas áreas, a exploração mineral rudimentar é a atividade preponderante, que poderá comprometer a biota rupestre. Silva (2011) afirma que “a sucessão ecológica promove a regeneração

natural da vegetação, através de um lento e contínuo processo de colonização e substituição de espécies, que podem durar centenas de anos”.

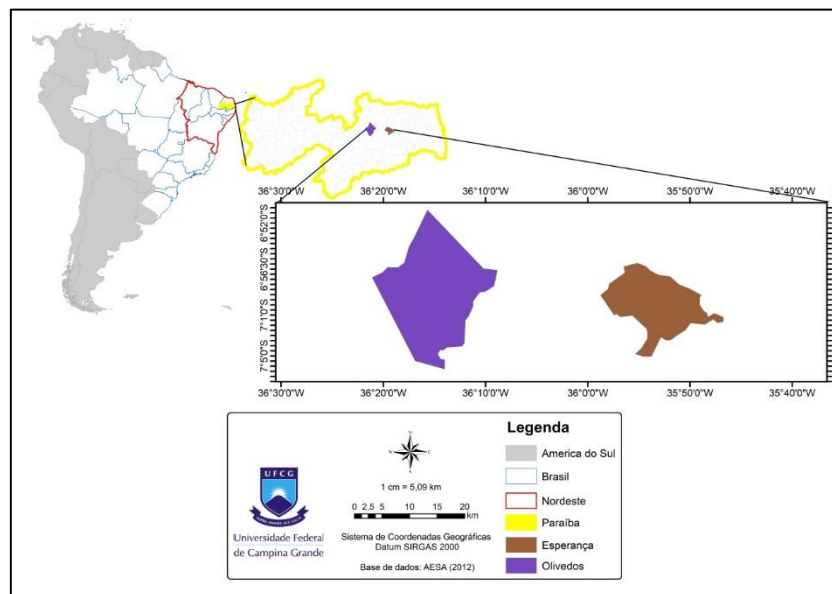
Neste sentido, o estudo visa analisar a composição florística em afloramentos rochosos sobre influência da mineração nos municípios de Esperança e Olivedos, Estado da Paraíba. Porquanto, as características da flora de afloramentos rochosos são de fundamental importância para embasar quaisquer iniciativas de preservação e conservação do bioma Caatinga.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

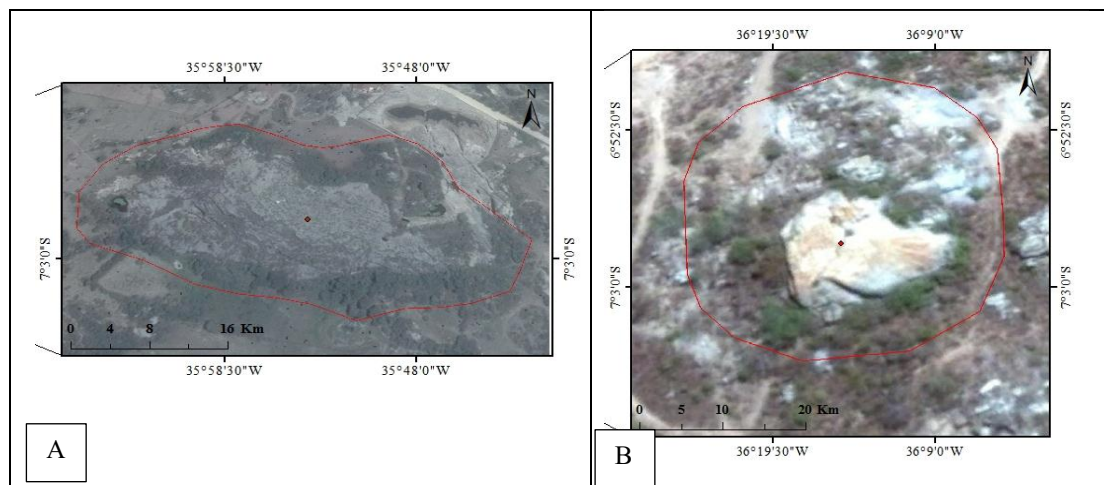
A área de estudo compreende afloramentos rochosos localizados nos municípios de Esperança-PB (“S 07° 03’ 11” e W 35° 86’ 92”) e Olivedos-PB (S 06° 98’ 86” e W 36° 24’ 36”) (Figura 1 e 2 A e B) localizados na região intermediária e imediata de Campina Grande-PB (BRASIL, 2017).

Figura 15: Localização dos municípios de Esperança-PB e Olivedos-PB.



Elaborado: Iluliane Correia (2018)

Figura 16: Feições dos afloramentos rochosos dos municípios de Esperança A e Olivedos B.



Fonte: Iluliane Correia (2018)

O município de Esperança está inserido na região do Planalto da Borborema, com altitude acima de 600m. E de acordo com a classificação de Köppen (1918) possui clima BSh - Tropical Quente e úmido. Em virtude das características fisiográficas nos ambientes rochosos, os valores de temperatura podem variar de 20°C à 50°C.

A base geológica destes municípios é composta por rochas graníticas-gnáissicas e ortognáisses. Em Esperança, a pedologia contempla solos medianamente profundos, com a presença de Planossolos e Podzólicos; e nas elevações ocorrem os Neossolos Litólicos (rasos). Enquanto Olivedos, o mesmo está incluído na área geográfica de abrangência do Semiárido brasileiro; localiza-se na Morfoestrutura da Depressão Intraplanáltica Paraibana, onde se situa o Cariri paraibano. Apresenta altitudes entre 430 e 482 metros acima do nível do mar. Devido estar na região Semiárida há, localmente, temperaturas elevadas durante todo o ano. As temperaturas máximas são de 30° C nos dias mais quentes de verão e 18° C em dias de inverno. A umidade relativa do ar está entre 20% e 82% (GROGER & BARTHLOTT, 1996; SARTHOU & VILLIERS, 1998; CPRM, 2005; IBGE, 2014; FRANCISCO et al., 2015; MARQUES et al., 2017).

2.2 COLETAS E IDENTIFICAÇÕES DE ESPÉCIES DE ANGIOSPERMAS

Foram coletadas espécimes férteis (floridos e/ou frutificados) através de inspeções mensais de (setembro a dezembro de 2017 e janeiro a setembro de 2018) em toda a extensão dos afloramentos rochosos.

Todo o material coletado está sendo herborizado de acordo com as técnicas empregadas em estudos taxonômicos, descritas por Peixoto e Maia (2013). As espécies foram incorporadas ao acervo do Herbário Manuel de Arruda Câmara (ACAM) da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB. A identificação do material botânico foi realizada pelo especialista José Iranildo Miranda de Melo da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Rubens Queiroz da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Maria de Fátima Lucena (Universidade Federal de Campina Grande, Campus Patos (UFCG), e Maria Tereza Buriel (Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

A identificação do material botânico concretizou-se a partir de consultas a bibliografia especializada, tais como a *Flora Brasiliensis de Martius*. Bem como, foram enviadas duplicatas e/ou imagens a especialistas taxonômicos. A grafia dos nomes e autores das espécies identificadas foi consultada nas bases de dados do: Herbário Virtual Re flora, Jardim Botânico do Rio de Janeiro-Flora 2020 e no Centro Nordestino de Informações sobre Plantas do Nordeste- CNIP. A lista florística foi elaborada de acordo com o *Angiosperm Phylogeny Group (AGP) IV (2016)*.

2.3 ANÁLISES DAS CATEGORIAS FITOECOLÓGICAS

Foram realizadas avaliações acerca das categorias fitoecológicas, sendo estas classificadas como: árvores, arbustos, subarbustos, ervas e lianas.

2.4 ANÁLISE FITOGEOGRÁFICA DAS ANGIOSPERMAS

Para a realização da análise fitogeográfica identificou-se a distribuição geográfica das espécies registradas na área em estudo, a partir de dados disponibilizados no site do Herbário Virtual Re flora administrado pelo Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, de modo a classificá-las quanto aos domínios fitogeográficos. Assim, na tabela com o *checklist* das espécies, determinaram-se como siglas para as espécies ocorrentes da Amazônia: AM; Caatinga: CA; Cerrado: CE; Mata Atlântica: MT; Pampa: PAM e Pantanal: PAN. As espécies que ocorrem em todos os domínios fitogeográficos foram classificadas com espécies de Ampla Distribuição: AD.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA NOS AFLORAMENTOS

O levantamento florístico realizado nos afloramentos rochosos de Esperança-PB e Olivedos-PB resultou em 730 espécimes, sendo 516 em Esperança e 214 em Olivedos. As espécies pertencem a 52 famílias, sendo identificados 135 gêneros, dos quais, 42 compuseram a flora de Olivedos e 92 a flora de Esperança, sendo que 34 estavam presentes nas duas áreas. Dentre elas, Bromeliaceae (*Encholirium spectabile* Mart. Ex. Schult), *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelb, e Cactaceae (*Pilosocereus chrysostele* (Vaupel) Byles & G. D. Rowley) foram apenas observadas e não coletadas, porém quantificadas e inseridas no banco de dados (Tabela 5).

Como a flora destas áreas são influenciadas pela variabilidade pluviométrica, fica evidente o resultado do esforço amostral realizado nestas áreas. Com base no esforço amostral, Esperança registrou mais espécimes quando comparado com Olivedos (Figura 17). Isso decorre, porque há uma maior variedade na composição de espécies afloramentos rochosos de Esperança, sobretudo por os mesmos estarem localizados em área de clima subúmido, um Brejo de Altitude.

No que refere-se aos índices de precipitação, o período de coleta entre 2017 foi registrado um acúmulo de precipitação de 500,2mm para Esperança e em Olivedos 153,2mm. Segundo Francisco et al. (2015) e Sena et al. (2019) este ano foi afetado pela ocorrência de estiagens prolongadas, em decorrência da Oscilação Sul (ENOS) - El Niño.

Comparando as coletas registradas em 2018 foi verificado que a dinâmica amostral em Esperança foi maior que Olivedos, devido a pluviosidade ser maior em ocorrência de ser anos de Normais Climáticas. Como a vegetação é decídua e adaptável as condições climáticas, a fases de floração e frutificação foi intensificada. Assim, Silva et al. (2018), Oliveira; Prata; Siqueira Pinto (2018) alegam que a fenologia das plantas arbustivas-herbáceas são influenciadas, por períodos chuvosos, sendo o ano de 2018 controlado pelo evento La Niña, o qual favorece a formação de nuvens e a precipitação na Região Nordeste (Figura 18).

Figura 17: Esforço amostral, que resultou em 730 espécimes, sendo 516 em Esperança e 214 em Olivedos.

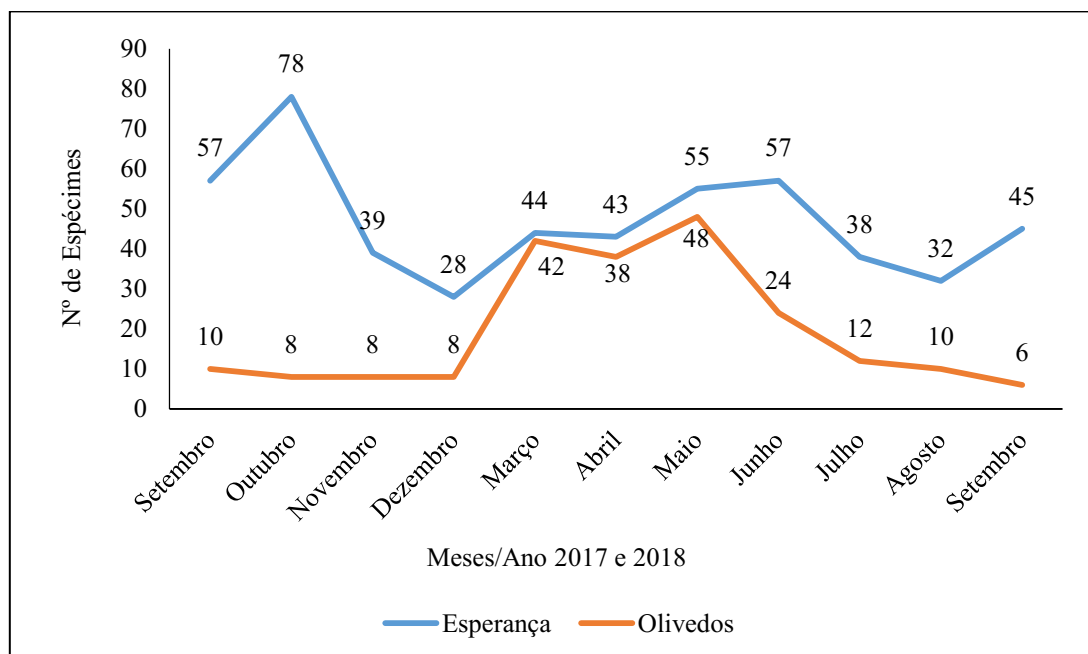


Figura 18: Acúmulo da precipitação dos municípios de Esperança e Olivedos, nos anos de 2017 e 2018.

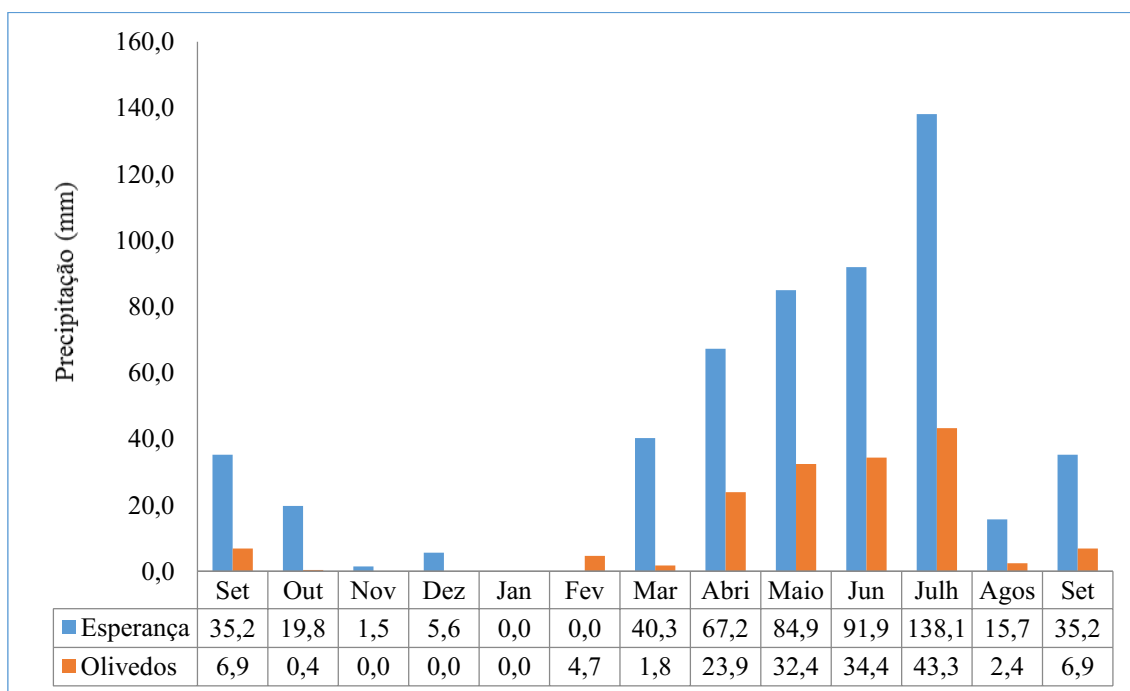


Tabela 5: Listagem florística das Angiospermas encontradas nos afloramentos rochosos de Esperança e Olivedos-PB onde: AM: Amazônia; CA-Caatinga; CE: Cerrado; MA: Mata Atlântica; PAN: Pantanal e PAM: Pampas, o (*) representa a espécie onde o endemismo é desconhecido

Família	Espécie	Local	Categorias Fitoecológicas	Domínios Fitogeográficos	Endêmica
Acanthaceae	<i>Ruellia asperula</i> (Mart. ex Ness) Lindau	Olivedos	Arbusto	CA	X
	<i>Ruellia geminiflora</i> Kunth, D	Esperança	Subarbusto	AM, CA, CE, MA	
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	Esperança	Subarbusto	AM, CA, CE, MA	
	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	Olivedos	Subarbusto	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Esperança	Erva	CA, CE, MA	
	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Esperança	Erva	AM, CA, CE, MA, PAM	
	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Esperança	Arbusto	AM, CA, CE, MA	
	<i>Gomphrena vaga</i> Mart.	Olivedos	Subarbusto	AM, CA, CE, MA	X
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Esperança	Árvore	CA, CE, MA	
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart. & Zucc.	Olivedos	Árvore	CA, CE	
	<i>Allamanda blanchetii</i> A.DC.	Esperança	Arbusto	CA, CE	X
	<i>Marsdenia caatingae</i> Morillo	Esperança	Arbusto	CA, MA	X
	<i>Mandevilla tenuifolia</i> (J.C.Mikan) Woodson	Esperança	Liana	AM, CA, CE, MA	
	<i>Matelea maritima</i> (Vell.) Fontella	Esperança	Subarbusto	AM	
Araceae	<i>Anthurium affine</i> Schott	Esperança	Erva	AM, CA, CE, MA, PAN	X
	<i>Spathicarpa gardneri</i> Schott	Esperança	Erva	AM, CA, CE	X
Asparagaceae	<i>Agave sisalana</i> Perrine	Esperança	Erva	CA	
Asteraceae	<i>Aspilia pascalioides</i> Griseb.	Esperança	Erva	PAM	
	<i>Bidens pilosa</i> L.	Olivedos	Erva	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
	<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	Esperança/Olivedos	Subarbusto	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
	<i>Chresta pacourinoides</i> (Mart. ex DC.) Siniscalchi & Loeuille	Esperança	Erva	CA	X
	<i>Conocliniopsis prasiifolia</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	Esperança	Subarbusto	CA, CE	X
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Esperança	Subarbusto	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	

	<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.	Esperança	Erva	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
	<i>Emilia</i> (sp.)	Esperança	Erva	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
	<i>Erechtites valerianifolius</i> (Wolf) DC.	Esperança	Erva	CA, CE, MA, PAM	
	<i>Hypochaeris brasiliensis</i> (Less.) Griseb.	Esperança	Erva	?Não há registro?	
	<i>Lepidaploa chalybaea</i> (Mart. ex DC.) H.Rob.e	Esperança	Subarbusto	CA, CE	X
	<i>Porophyllum</i> Guett.	Esperança	Subarbusto	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
	<i>Tagetes minuta</i> L.	Esperança	Erva	CE, MA, PAM, PAN	
	<i>Tridax procumbens</i> L.	Esperança	Erva	CA, CE, MA, PAN	
	<i>Wedelia goyazensis</i> Gardner	Esperança	Arbusto	CA, CE	*
Begoniaceae	<i>Begonia lealii</i> Brade	Esperança	Subarbusto	CA	X
	<i>Begonia saxicola</i> A.DC.	Esperança	Subarbusto	AM, CA	X
Boraginaceae	<i>Euploca procumbens</i> (Mill.) Diane & Hilger	Esperança/Olivedos	Erva	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
	<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	Olivedos	Erva	CA, MA	
	<i>Heliotropium elongatum</i> (Lehm.) I.M.Johnst.	Esperança	Subarbusto	AM, CE	
	<i>Varronia leucocephala</i> (Moric.) J.S.Mill.	Olivedos	Arbusto	CA	X
Bromeliaceae	<i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex. Schult. f.	Esperança	Erva	CA, CE, MA	X
	<i>Hohenbergia catingae</i> Ule Var.	Esperança	Erva	CA, CE, MA	X
	<i>Orthophytum disjunctum</i> L.B.Sm.	Esperança	Erva	CA, MA	X
	<i>Tillandsia bulbosa</i> Hook.f.	Esperança	Erva	AM, MA	
	<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	Esperança/Olivedos	Erva	CA, CE, MA, PAM	
Cactaceae	<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Esperança	Arvore	CA, CE	X
	<i>Melocactus zehntneri</i> (Britton & Rose) Luetzelb	Olivedos	Subarbusto	CA, CE	X
	<i>Melocactus ernestii</i> Vaupel	Esperança	Subarbusto	CA, MA	X
	<i>Pilosocereus chrysostele</i> (Vaupel) Byles & G. D. Rowley	Esperança	Arbusto	CA	X
	<i>Tacinga inamoena</i> (K.Schum.) N.P.Taylor & Stuppy	Olivedos	Subarbusto	CA	X
	<i>Tacinga palmadora</i> (Britton & Rose) N.P.Taylor & Stuppy	Esperança/Olivedos	Subarbusto	CA	X
Cleomaceae	<i>Cleome spinosa</i> Jacq.	Olivedos	Subarbusto	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	

	<i>Hemiscola aculeata</i> (L.) Raf.	Olivedos	Erva	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Esperança	Erva	AM, CA, CE, MA, PAN	
	<i>Commelina obliqua</i> Vahl	Esperança	Erva	AM, CA, CE, MA	
	<i>Distimake aegyptius</i> (L.) A.R. Simões & Staples	Esperança	Liana	CA, CE, MA	
Convolvulaceae	<i>Evolvulus</i> (sp.)	Esperança	Erva	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
	<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth	Esperança	Liana	AM, CA, CE, MA	
	<i>Ipomoea longeramosa</i> Choisy	Olivedos	Liana	CA, CE	
	<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult.,	Olivedos	Liana	AM, CA, MA	
	<i>Ipomoea pes-caprae</i> subsp. <i>brasiliensis</i> (L.) Ooststr.	Olivedos	Erva	AM, MA	
	<i>Jacquemontia densiflora</i> (Meisn.) Hallier f.	Esperança	Liana	CA, CE, MA	
	<i>Jacquemontia nodiflora</i> (Desr.) G. Don	Esperança	Liana	CA, CE, MA	
	<i>Jacquemontia tamnifolia</i> (L.) Griseb.	Esperança	Liana	AM, CA, CE, MA	
	<i>Operculina</i> (sp.)	Esperança	Liana	AM, CA, CE, MA, PAN	
Cyperaceae	<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.	Esperança	Erva	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
	<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	Esperança	Erva	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
	<i>Rhynchospora</i> (sp.)	Olivedos	Erva	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus magistratae</i> Sano, F.N. Costa, Trovó & Echterm.	Olivedos	Erva	CA	X
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum caatingae</i> Plowman	Esperança	Arbusto	CA	X
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia comosa</i> Vell.	Esperança	Árvore	AM, CA, CE, MA	
	<i>Cnidocolus urens</i> L. Arthur	Esperança/Olivedos	Subarbusto	AM, CA, CE, MA, PAN	
	<i>Croton blanchetianus</i> Baill	Olivedos	Arbusto	CA	X
	<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth	Esperança/Olivedos	Arbusto	AM, CA, CE, MA	
	<i>Croton sonderianus</i> Müll.Arg.	Olivedos	Arbusto	CA	X
	<i>Dalechampia</i> L.	Esperança	Liana	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
	<i>Jatropha mollissima</i> Pohl Baill	Esperança/Olivedos	Arbusto	AM, CA, CE	*
	<i>Jatropha ribifolia</i> (Pohl) Baill.	Esperança/Olivedos	Arbusto	CA, CE, PAN	*
	<i>Microstachys</i> A. Juss	Esperança	Arbusto	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	

	<i>Poinsettia</i> (sp.)	Esperança	Arbusto	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
	<i>Tragia volubilis</i> L.	Esperança	Liana	AM, CA, MA	
	<i>Sapium glandulosum</i> L.	Esperança	Arbusto	AM, CA, CE, MA	
Fabaceae	<i>Aeschynomene</i> (sp.)	Esperança/Olivedos	Erva	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Esperança	Arbusto	CE, CA	
	<i>Callisthene microphylla</i> Warm.	Olivedos	Arbusto	AM, CA, CE, MA	X
	<i>Canavalia brasiliensis</i> Mart. ex Benth.	Esperança	Liana	AM, CA, CE, MA	
	<i>Cenostigma nordestinum</i> Gagnon & G.P. Lewis	Esperança/Olivedos	Arbusto	AM, CE, MA	X
	<i>Crotalaria bahiensis</i> Windler & S.G.Skinner	Esperança	Arbusto	CA	X
	<i>Crotalaria incana</i> L.	Esperança	Subarbusto	AM, CE, MA, PAM	
	<i>Crotalaria pallida</i> Aiton	Esperança	Subarbusto	AM, CE, MA, PAM	
	<i>Crotalaria vitellina</i> Ker Gawl.	Esperança	Subarbusto	CA, CE, MA	
	<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.	Esperança/Olivedos	Liana	AM, CA, CE, MA PAN	
	<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip	Esperança/Olivedos	Erva	AM, CA, CE, MA PAN	
	<i>Chamaecrista repens</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	Esperança	Subarbusto	CA, CE, MA, PAM, PAN	
	<i>Dahlstedtia araripensis</i> (Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	Olivedos	Árvore	CA	
	<i>Dioclea grandiflora</i> Mart. ex Benth.	Esperança	Liana	CA	
	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	Esperança/Olivedos	Subarbusto	AM, CA, CE, MA	
	<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	Olivedos	Árvore	AM, CA, CE	
	<i>Mimosa borboremae</i> Harms	Olivedos	Erva	CA	
	<i>Mimosa paraibana</i> Barneby	Olivedos	Arbusto	CA	
	<i>Mimosa quadrivalvis</i> L.	Esperança	Erva	AM, CA, CE, MA	
	<i>Mimosa pudica</i> L.	Olivedos	Erva	AM, CA, CE, MA	
	<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P.Queiroz	Olivedos	Arbusto	AM, CA	X
	<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Esperança/Olivedos	Arbusto	CA	
	<i>Senna alata</i> L. Roxb.	Esperança/Olivedos	Arbusto	AM, CA, CE, MA, PAN	
<i>Senna martiana</i> (Benth)	Esperança/Olivedos	Arbusto	CA		

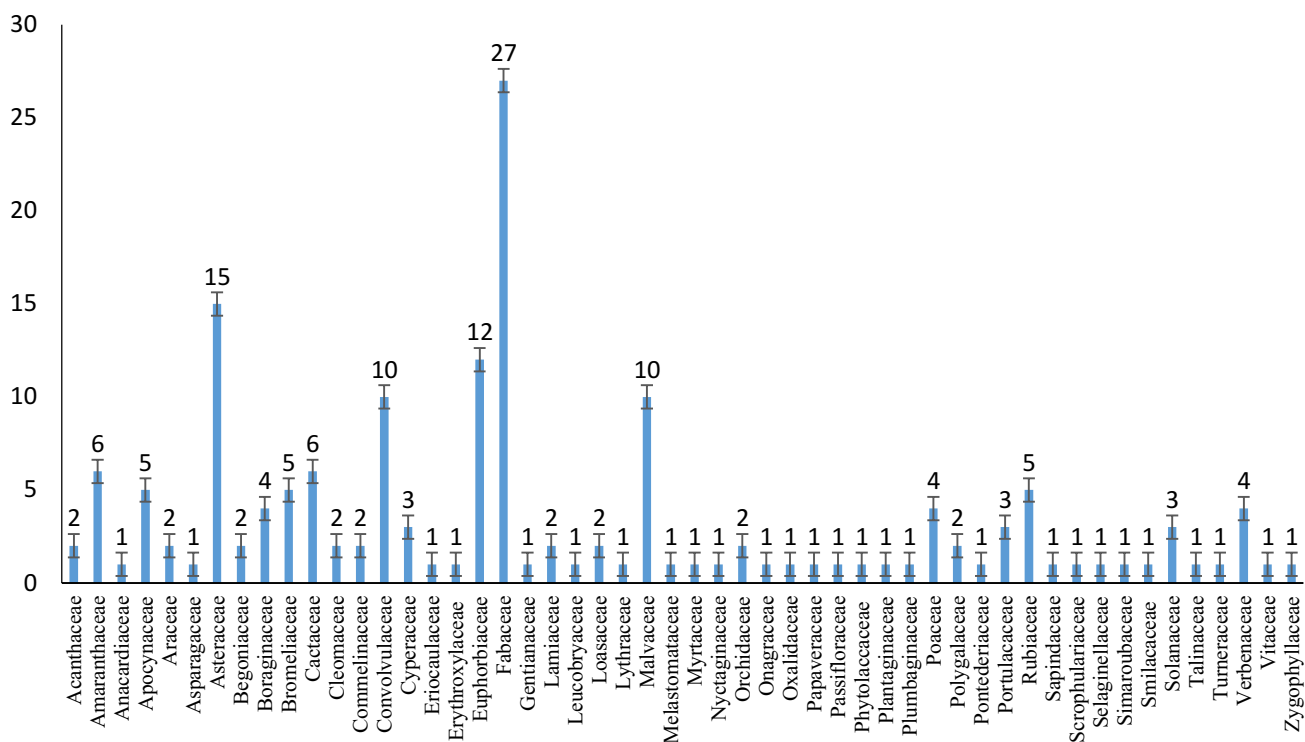
	<i>Senna splendida</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	Esperança	Liana	CA, CE, MA	
	<i>Stylosanthes viscosa</i> (L.) Sw.	Esperança /Olivedos	Subarbusto	AM, CA, CE, MA	
	<i>Zornia brasiliensis</i> Vogel	Esperança/Olivedos	Subarbusto	AM, CA, CE, MA	
Gentianaceae	<i>Gentianaceae</i> (sp.)	Esperança	Erva	AM, CA, CE, MA	
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R.Br.	Esperança	Erva	AM, CA, CE, MA, PAN	
	<i>Mesosphaerum pectinatum</i> (L.) Kuntze	Olivedos	Erva	AM, CA, CE, MA	
Leucobryaceae	<i>Campylopus</i> Brid.	Esperança	Liana		
Loasaceae	<i>Aosa rupestres</i> (Gardner) Weigend	Olivedos	Subarbusto	CA, MA	
	<i>Mentzelia aspera</i> L.	Esperança	Subarbusto	AM, CA, CE, PAN	
Lythraceae	<i>Cuphea</i> (sp.)	Esperança	Subarbusto		
Malvaceae	<i>Melochia tomentosa</i> L.	Esperança/Olivedos	Subarbusto	CA, CE, MA	
	<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky	Esperança/Olivedos	Subarbusto	CA	
	<i>Herissantia tiubae</i> (K.Schum.) Brizicky	Esperança/Olivedos	Subarbusto	CA, CE	
	<i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav.	Esperança	Erva	AM, CA, CE, MA	
	<i>Sida ciliaris</i> L.	Olivedos	Subarbusto	CA, MA	*
	<i>Sida cordifolia</i> L.	Esperança/Olivedos	Erva	AM, CA, CE, MA	
	<i>Sida spinosa</i> L.	Olivedos	Subarbusto	CA, CE, MA	
	<i>Sida galheirensis</i> Ulbr.	Esperança/Olivedos	Subarbusto	CA, CE, MA	X
	<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.	Esperança	Subarbusto	AM, CA, CE, MA	
	<i>Waltheria indica</i> L.	Olivedos	Subarbusto	AM, CA, CE, MA, PAN	
Melastomataceae	<i>Tibouchina heteromalla</i> (D.Don) Cogn.	Esperança	Arbusto	CE, MA	X
Myrtaceae	<i>Campomanesia eugenoides</i> (Cambess.) D.Legrand ex Landrum	Esperança	Arbusto	CA, CE, MA	X
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia coccinea</i> Mill.	Esperança/Olivedos	Erva	CA, CE, MA	
Orchidaceae	<i>Cyrtopodium flavum</i> Link & Otto ex Rchb.f.	Esperança	Erva	CE, MA	X
	<i>Epidendrum cinnabarinum</i> Salzm.	Esperança	Erva	CA, CE, MA	X
Onagraceae	<i>Ludwigia</i> L.	Esperança/Olivedos	Erva	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
Oxalidaceae	<i>Oxalis frutescens</i> L.	Esperança/Olivedos	Erva	AM, CA, CE, MA	

Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i> L.	Esperança	Erva	CA, CE, MA	
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> Raf.	Esperança	Liana	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
Phytolaccaceae	<i>Phytolaccaceae</i> R.Br.	Esperança	Erva	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
Plantaginaceae	<i>Scoparia dulcis</i> L.	Esperança /Olivedos	Erva	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
	<i>Stemodia maritima</i> L.	Olivedos	Erva	CA, CE, MA	
Plumbaginaceae	<i>Plumbago scandens</i> L.	Esperança/Olivedos	Subarbusto	AM, CA, MA	
Poaceae	<i>Chloris barbata</i> Sw.	Olivedos	Erva	CA, CE, MA	
	<i>Eragrostis plana</i> Nees.	Esperança	Erva	CE, MA	
	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Esperança/Olivedos	Erva	CA, CE, MA	
	<i>Paspalum</i> L.	Esperança	Erva	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
Polygalaceae	<i>Asemeia violacea</i> (Aubl.) J.F.B.Pastore & J.R.Abbott	Esperança	Erva	AM, CA, CE, MA	
	<i>Polygonum</i> (sp.)	Esperança	Erva		
Pontederiaceae	<i>Eichhornia paniculata</i> (Spreng.) Solms	Esperança	Erva	CA, CE, MA	
Portulacaceae	<i>Portulaca elatior</i> Mart.	Olivedos	Erva	AM, CA, CE, MA	
	<i>Portulaca halimoides</i> L.	Esperança/Olivedos	Erva	AM, CA, CE, MA, PAM	
	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Olivedos	Subarbusto	AM, CA, CE, MA, PAM	
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	Olivedos	Erva	AM, CA, CE, MA	
	<i>Mitracarpus longicalyx</i> E.B.Souza & M.F.Sales	Olivedos	Erva	CA	X
	<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.	Esperança	Erva	CA, CE, MA, PAM	
	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	Esperança/Olivedos	Subarbusto	AM, CA, CE, MA	
	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	Esperança	Liana	AM, CA, CE MA	
Sapindaceae	<i>Serjania glabrata</i> Kunth	Olivedos	Erva	AM, CA, CE, MA, PAN	
Scrophulariaceae	<i>Ameroglossum manoel-felixii</i> L. P. Felix & E. M. Almeida	Esperança	Arbusto	CA	X
Selaginellaceae	<i>Selaginella convoluta</i> (Arn.) Spring	Esperança/Olivedos	Erva	AM, CA, CE, MA, PAN	
Simaroubaceae	<i>Simaroubaceae</i> (sp.)	Esperança	Subarbusto	AM, CA, CE, MA	
Smilacaceae	<i>Smilax</i> L.	Esperança	Liana	AM, CA, CE, MA, PAM, PAN	
Solanaceae	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.	Esperança	Arbusto	CA, CE, MA	

	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Olivedos	Arbusto	CA, CE, MA	
	<i>Physalis (sp.)</i>	Olivedos	Erva		
Talinaceae	<i>Talinum fruticosum</i> (L.) Juss.	Esperança	Erva	AM, CA, CE, MA, PAN	
Turneraceae	<i>Turnera subulata</i> Sm.	Esperança/Olivedos	Arbusto	AM, CA, CE, MA	
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Esperança	Arbusto	AM, CA, CE, MA	
	<i>Lippia grata</i> Schauer	Olivedos	Subarbusto	AM, CA, CE	
	<i>Lippia origanoides</i> Kunth	Olivedos	Subarbusto	AM, CA, CE, MA	
	<i>Stachytarpheta angustifolia</i> (Mill.) Vahl	Esperança	Subarbusto	AM, CA, CE, MA, PAN	
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E.Jarvis	Olivedos	Liana	AM, CA, CE, MA, PA	
Zygophyllaceae	<i>Kallstroemia tribuloides</i> (Mart.) Steud.	Esperança	Arbusto	CA	

A partir do *checklist* das espécies, observou-se que as espécies registradas estão distribuídas em 52 famílias botânicas e 135 gêneros. As famílias, que apresentaram maior número de espécies foram *Fabaceae* com 27 espécies; *Asteraceae* com 15 espécies; *Euphorbiaceae* com 12; *Malvaceae* e *Convolvulaceae* com 10 espécies cada; *Amaranthaceae* e *Cactaceae* com 6 espécies cada; *Rubiaceae*, *Bromeliaceae* e *Apocynaceae* com 5 espécies cada; *Poaceae*, *Verbenaceae* e *Boraginaceae* com 4 espécies cada; Dessa forma, uma família apresentou 3 espécies, 11 exibiram duas e, 26 famílias apresentaram uma espécie cada (Figura 19).

Figura 19: Número de espécies de Angiospermas distribuídas em suas respectivas famílias.



Ao analisar a ocorrência das espécies pertencentes às famílias mais representativas na área de estudo, foi identificado que Fabaceae foi representada por espécies endêmicas da Caatinga, no qual representa mais de 35% da flora dos dois municípios. Destas, as espécies endêmicas da Caatinga são: *Bauhinia cheilantha*, *Cenostigma nordestinum*, *Crotalaria bahiensis*, *Crotalaria incana*, *Chamaecrista desvauxii*, *Dahlstedtia araripensis*, *Indigofera suffruticosa*, *Luetzelburgia auriculata*, *Mimosa borboremae*, *Mimosa paraibana*, *Senna alata*.

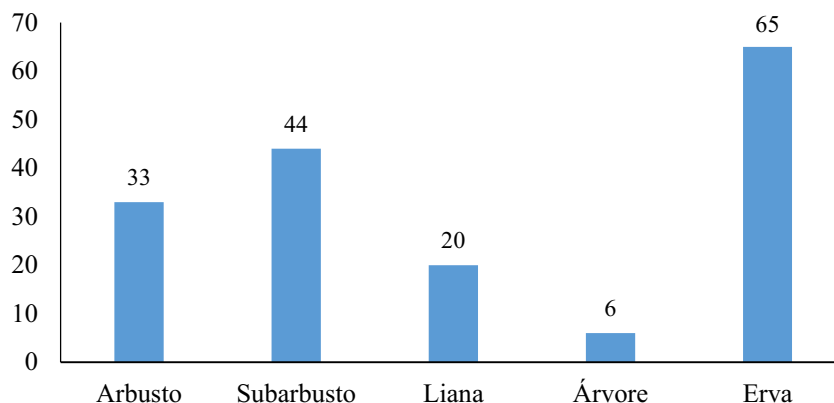
Já a família *Asteraceae* no bioma Caatinga, representa-se como a segunda mais dominante em nível de espécie, porquanto apresenta-se adaptável as áreas secas e abertas. Por conseguinte, foi amplamente representada por *Aspilia pascalioides*, *Centratherum punctatum*, *Chresta pacourinoides*, *Siniscalchi & Loeuille*, *Conocliniopsis prasiifolia* *Hypochaeris brasiliensis*, *Lepidaploa chalybaea* e *Wedelia goyazensis*.

A partir dos dados analisados das famílias *Asteraceae* e *Fabaceae* destaca-se que as mesmas representam-se dominantes na Caatinga, com a maior riqueza de espécies, isto porque o referido bioma caracteriza-se como centro de distribuição das famílias supracitadas. De modo que, os gêneros *Senna* e *Mimosa* (*Fabaceae*) possuem maior diversidade de espécies (QUEIROZ et al., 2006; FERREIRA; TROVÃO E MELO, 2015, AMORIM et al., 2016, RODRIGUES, 2018). Pereira et al. (2019) também evidenciou a maior incidência destas famílias em um estudo desenvolvido em áreas de afloramentos rochosos no agreste Pernambuco, em área de proteção ambiental, Serra do Pará.

No que se refere as suas categorias fitoecológicas, o extrato herbáceo, incluindo ervas e subarbustos, foi a mais representativo, com 43 espécie. As herbáceas predominam na família *Asteraceae*. As categorias fitoecológicas subsequentes foram: os subarbustos (28) e arbusto (22), que foram representadas por *Malvaceae*, *Fabaceae* e *Asteraceae*. Estas categorias comportam a vegetação nas duas áreas (Figura 20).

Como promulgado anteriormente, o hábito herbáceo foi o mais dominante (47,8%), arbustivas ou subarbustivas (35,1%). De modo geral, estas espécies são terófitas e rupículas, pois apresentam um sistema radicular adaptável às amplitudes térmicas e a estacionalidade climática, ou seja, conseguem desenvolver-se em substratos com áreas de marmitamentos, formados na rocha.

Figura 20: Porcentagem das Categorias Fitoecológicas a partir do número de espécies coletadas, referente a composição florística dos afloramentos rochosos sobre influência da mineração na Paraíba.

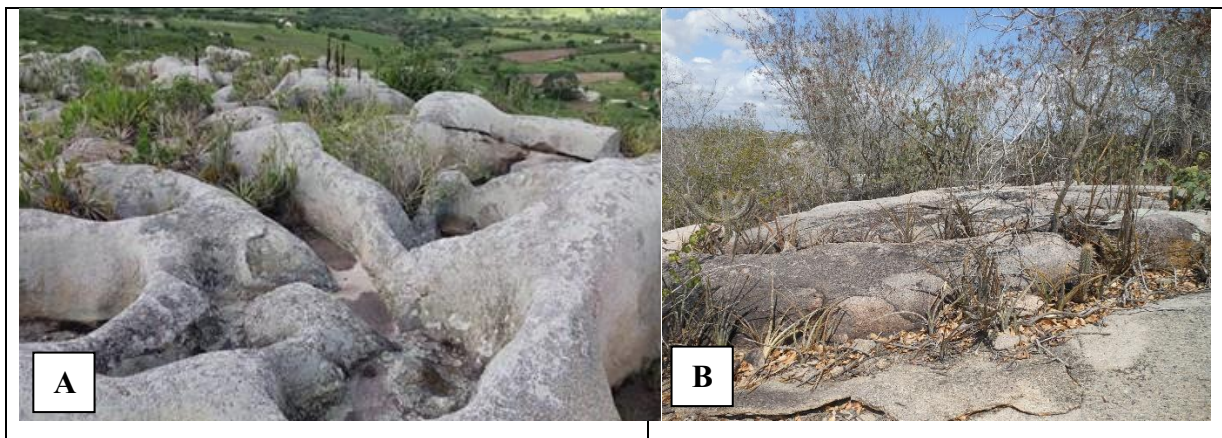


A vegetação de Caatinga *sensu stricto* ocorre em terras baixas da Depressão Sertaneja e Interplanáltica, no Planalto da Borborema. Entretanto, em áreas de afloramentos rochosos, a vegetação apresenta-se em microhabitats, formando ilhas, compreendendo fitofisionomias, florística, fenologia (decidual) adaptadas à rocha.

Dessa maneira, ao associar a base pedológica ou litológica com a vegetação existentes nos afloramentos rochosos, observa-se uma fisionomia herbácea rupestre, com predominância de ervas, lianas, arbustos e subarbustos das famílias (Boraginaceae, Acanthaceae, Apocinaceae, Fabaceae, Convolvulaceae, Malvaceae, Euphorbiaceae, Commelinaceae e Begoniaceae, que recobrem os substratos rochosos, independente do déficit hídrico.

A flora rupestre é determinada através da fixação das espécies, as quais estarão em diferentes habitats, em decorrência do tamanho, profundidade do marmitamento, bem como do tipo de substrato onde estão assentadas (Figura 21 A). Porquanto, estes espaços absorvem água e sedimentos, determinando portanto, o sistema radicular dos indivíduos, se serão arbustos ou ervas. Nas áreas de marmitamento rasos na rocha, com substrato pouco desenvolvido estão fixadas as espécies de Bromeliaceae (*Encholirium spectabile*, *Neoglaziovia variegata*). Estas espécies apresentam reservatórios de água, em suas rosetas, podendo armazená-la por maior tempo. Contudo, em áreas com diaclases na rocha, desenvolvem-se espécies arbustivas, como o *Ruellia asperola* (Figura 21 B).

Figura 21: Panorama dos diferentes habitat, **A:** marmitamento e **B:** diaclases na rocha em Esperança e Olivedos-PB.



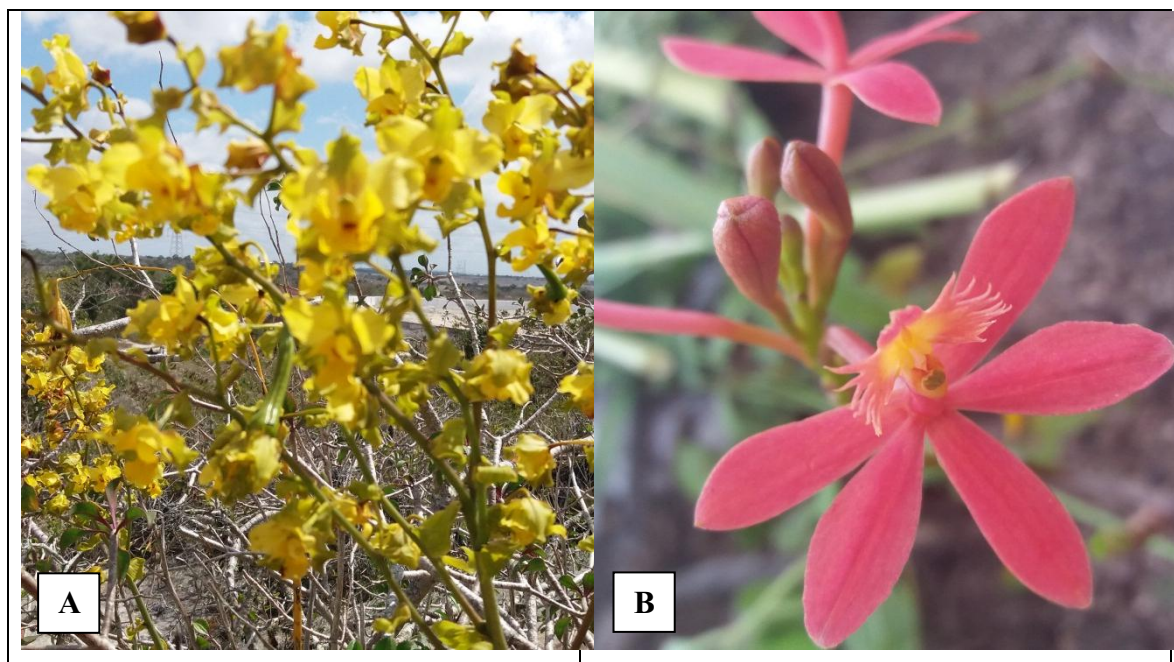
Fonte: Brenda Souza (2018)

Indivíduos de espécies arbustivas e herbáceas foram frequentes nos dois municípios, como também a ocorrência de espécies arbóreas, isto em virtude das condições edafoclimáticas nos marmitamentos profundos e nas diaclases,. Estas condições proporcionam condições de adaptação, do sistema radicular, mesmo sendo estas de menor porte. Nestes ambientes rochosos foram desenvolvidos os arbustos e pequenas arvoretas, como *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro), *Bauhinia cheilanta* (Mororo), *Tibouchina heteromalla* (Quaresmeira).

O município de Esperança localiza-se a barlavento, em uma altitude de (674 m) e possui assim, uma umidade mais acentuada do que Olivedos, o qual está situado a uma altitude de 430 e 482 metros a sotavento. Em resposta a essa umidade acentuada, a vegetação apresenta uma maior composição e diversidade de Famílias e gêneros quando comparado com áreas secas. Além disso, por ser um município com maior umidade e está localizado no Brejo de Altitude, propicia também, um maior horizonte de substrato, o que condiciona um maior número de táxons insulares.

Foi registrado a presença de Orchidaceae, família representada pelas espécies *Cyrtopodium flavum* e *Epidendrum cinnabarinum*, em Esperança (Figura 22 A e B). Porquanto, as condições edafoclimáticas são favoráveis a flora que requer maior umidade. Segundo Porto et al., (2008), Sales-Rodrigues; Brasileiro e Melo (2014), como resultado das variações climáticas, majoritariamente sob a influência do macroclima Semiárido, a área do Brejo de Altitude prevalece com a maior umidade, pluviometria e temperatura oriundas de massas úmidas do litoral.

Figura 22: *Orchidaceae* em afloramento rochoso de Esperança-PB.



Fonte: Brenda Souza (2018)

A família *Fabaceae*, ocorreu com o maior número de espécies, em comum para ambos os lugares. Esse padrão já era esperado, uma vez que, espécies desta família são dominantes em áreas decíduas e apresentaram com maior diversidade as espécies de *Senna* e *Mimosa*, segundo os estudo de Fernandes; Queiroz et al. (2018). Este grupo de *Fabaceae* apresenta uma associação, com bactérias fixadoras de nitrogênio, que são comumente encontradas em ambientes rupestres (ROCHA et al., 2017). Além disso, estes vegetais estão sempre presentes em áreas que possuam Neossolo Litólicos, oriundos do Complexo Granitóide (QUEIROZ et al., 2007; RODRIGUES, 2018), embora com situações climáticas e geomorfológicas adversas, como é o caso das duas áreas de estudo.

3.2 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E CONFLITOS COM A MINERAÇÃO

As duas áreas de afloramentos rochosos estudadas apresentam atividade mineradora rudimentar, que são exercidas por agricultores dos municípios. Estes exercem uma atividade podendo ser ilegítima ou informais, no qual por vezes, não estão cadastrados como empresa ou mineradores.

Conquanto, a atividade de mineração apresenta-se como complemento de renda para estes. Consoante, no âmbito do desenvolvimento econômico e viabilidade de renda, a atividade minerária, gera uma contradição na questão de proteção ao meio, a

qualidade de vida destes mineradores e o crescimento econômico. Uma vez que, como descrito no artigo 170 da Constituição Federal de 1988, no qual refere-se à ordem econômica e o no artigo 225, §2º, que menciona à ordem social e a questão ambiental desta atividade.

As áreas estudadas são exploradas, por mineração de granito e gnaisses, que passam por explosões e resultam em enormes crateras na paisagem. A extração da rocha produz resíduos, decorrente dessa atividade e a possível perda de grandes áreas, onde estão localizados os ecossistemas insulares rupestres.

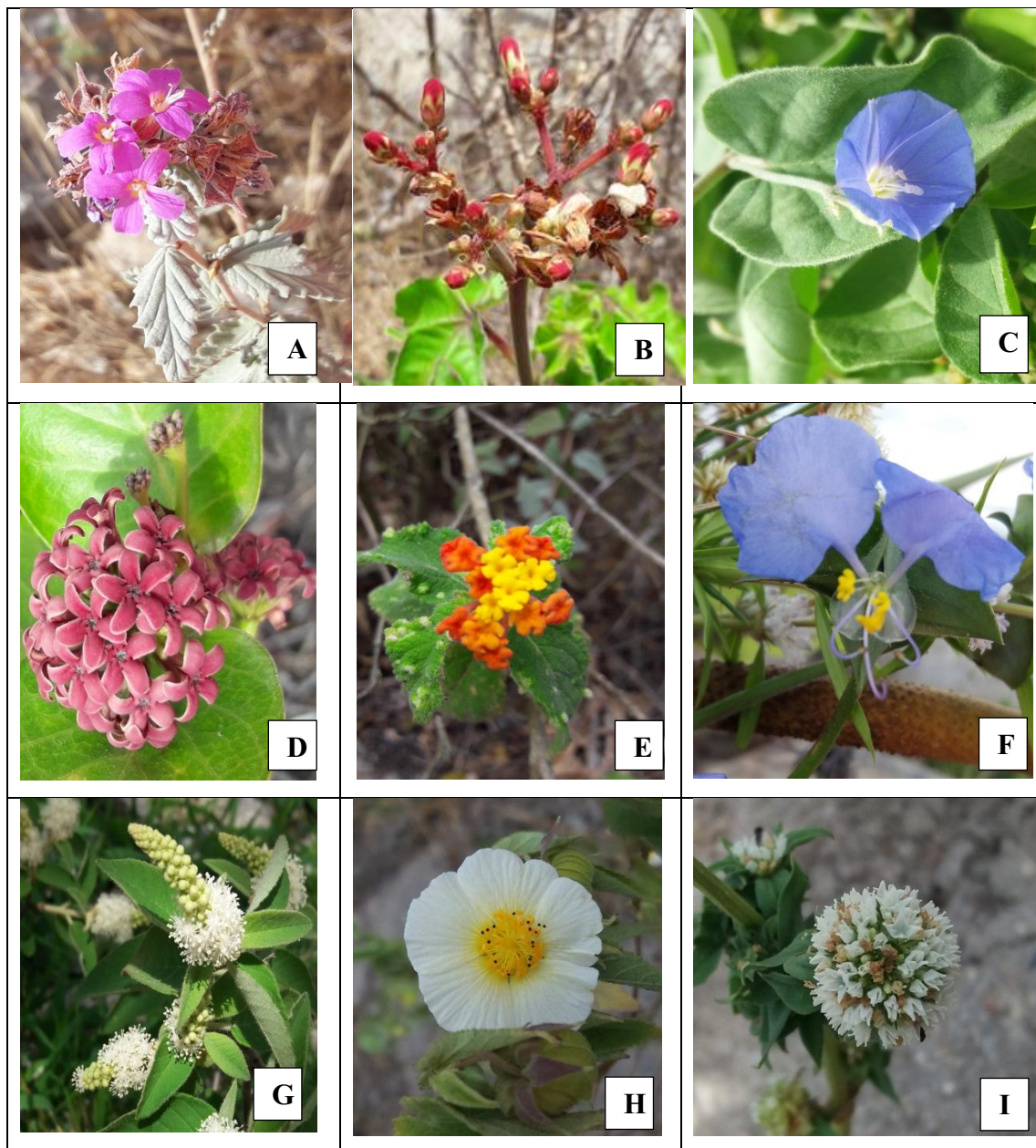
Por ser um dos setores mais conservadores e mais persistentes a ajustes ambientais, esta atividade é norteadada pelo Direito Minerário, que surge no Brasil e apresenta elementos regulatórios, com legislação relacionada a peculiaridades essenciais desta atividade. A atividade é regulamentada pelo Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, designado como Código de Mineração, estando a contido à fiscalização do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) (BRASIL, Código de mineração 2011; MILANEZ, 2017).

É atribuído no Código de Mineração que a União é detentora do domínio dos recursos minerais, contudo, compete ao Estado, por ser titular de tais recursos, o poder de legislar sobre questões de obrigações e deveres ao minerador. Contudo, que haja eficácia na extração, e atue na fiscalização e preservação dos impactos ambientais, gerados pela atividade, evitando assim a exaustão do meio ambiente para as presentes e futuras gerações (GUIMARAES; MILANEZ, 2017; STIVAL; SILVA, 2018).

A legislação ambiental através da Instrução Normativa SUDEMA Nº 1 DE 08/04/2016, apresentam leis e normas técnicas que propõem atividades que reduzam os impactos da mineração, com o aumento das exigências ambientais e a fiscalização (Paraíba- Sudema, 2016). Por conseguinte, Melo e Cardoso (2016) asseguram que os Estados ao reduzirem o processo de fiscalização, na atividade mineradora, proporcionam um proeminente contraste entre “espaços de riqueza” e “espaços de pobreza”, com o declínio e exclusão da mão de obra. Portanto, por sua vez, exprime desigualdades na apropriação de territórios, recursos, com custos elevados para restaurar o ambiente natural e até mesmo, na qualidade de vida da mão-de-obra.

No que concerne a vegetação das áreas estudadas, verificou-se que, mesmo em processo de mineração, ocorreu uma considerável riqueza e diversidade florística rupestre (Figura 23) em razão das características edafoclimáticas distintas.

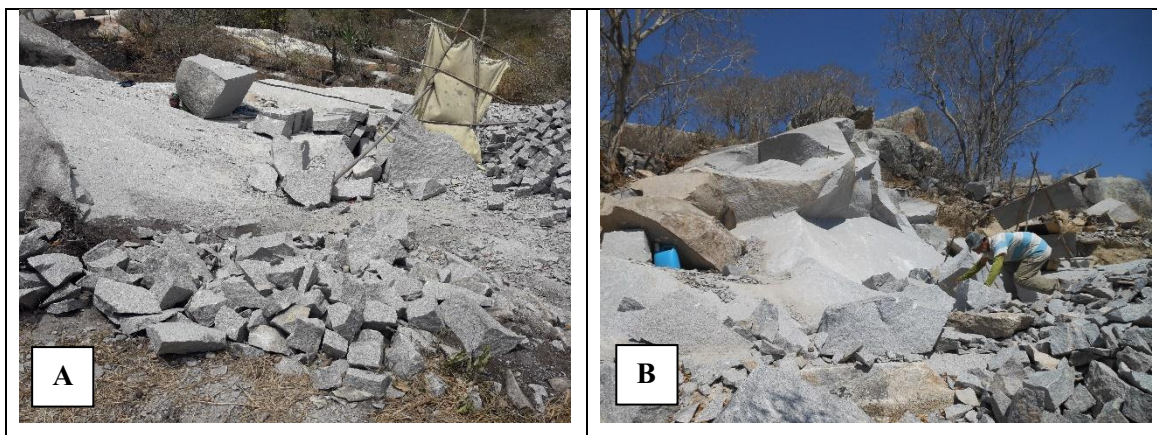
Figura 23: Espécies de Angiospermas registradas nos afloramentos rochosos de Esperança e Olivados. **A)** *Malvaceae Melochia tomentosa* L. **B)** *Euphorbiaceae Jatropha molissima* Pohl Baill **C)** *Convolvulaceae Jacquemontia densiflora* (Meisn.) Hallier f. **D)** *Apocynaceae Marsdenia caatingae* Morillo. **E)** *Verbenaceae Lantana camara* L. **F)** *Comelinaceae Commelina erecta* L. **G)** *Euphorbiaceae Croton sonderianus* Müll.Arg. **H)** *Malvaceae Herissantia tiubae* (K.Schum.) Brizicky **I)** *Rubiaceae Borreria verticillata* (L.) t G.Mey. **J)** *Boraginaceae Heliotropium elongatum* (Lehm.) I.M.Johnst. **K)** *Malvaceae Sida Galheirensis* Ulbr. **L)** *Turnera subulata* Sm. **M)** *Araceae Anthurium affine* Schott. **N)** *Melastomataceae Tibouchina heteromalla* (D.Don) Cogn. **O)** *Fabaceae Dioclea grandiflora* Mart. ex Benth.





Contudo, em Esperança a riqueza foi maior, tal fato pode ser explicado, pois a área de mineração é menor e o afloramento possui 22.500m² ou 2,25 hectares, sendo maior que Olivedos (Figura 23 A e B). Enquanto, que em Olivedos, a presença da mineração é mais acentuada, com resíduos, proporcionando assim, redução na fixação e desenvolvimento da flora rupícola.

Figura 24: Áreas de Mineração em Olivedos-PB.



A vegetação rupestre em Olivedos é habitualmente encontrada em áreas abertas, cosmopolita e ruderal, típicas de áreas antropizadas. Enquanto que em Esperança foi registrada espécies menos frequente da Caatinga e de áreas florestais úmidas, como as *Begonia lealii*, *saxicola*, *Tibouchina heteromalla*. Ressalva-se que estas espécies são caracterizadas por desenvolverem-se em climas mais úmidos. Estudos realizados na Caatinga constatam que a diversidade de fatores edafoclimáticos, como altitude, exposição e posição orográfica despontam de um mosaico vegetacional na paisagem, mesmo com interferência antrópica.

Portanto, esse mosaico de paisagens suscita em uma elevada diversidade florística marcada sazonalmente que chega a ser um dos núcleos mais secos com estiagem de dez a onze meses ao ano. A Caatinga apresenta uma diversidade de fatores edafoclimáticos e diferentes formas de relevo que revela um mosaico de paisagens, com vales úmidos, chapadas sedimentares e amplas superfícies pediplanadas que geram uma elevada diversidade florística. A pecuária extensiva vem promovendo a degradação e o empobrecimento biológico, uma vez que toda a vegetação herbácea e plântulas são consumidas por bovinos e caprinos.

Os valores de densidade e área basal sugerem que ambientes próximos a cursos d'água têm maior biomassa, semelhante ao relatado em outros estudos em áreas de Caatinga que analisaram a mesma heterogeneidade de *habitat* avaliada neste estudo (RODAL; COSTA; LINS-E-SILVA, 2008a), ou ainda, heterogeneidade de *habitat* relacionada a diferentes gradientes de umidade influenciados pela altitude ressaltaram ainda, que parte da amplitude encontrada entre os diversos estudos em áreas de caatinga pode relacionar-se à disponibilidade de água nos diferentes ambientes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise da composição florística dos afloramentos rochosos de Esperança e Olivedos foi possível concluir, que nas áreas estudadas mesmo em processo de mineração, ocorreu uma riqueza e diversidade da flora rupestre. Nestas áreas foram encontradas cinquenta e duas famílias botânicas e cento e trinta e cinco gêneros. As famílias, que apresentaram maior número de espécies foram Fabaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Malvaceae e Convolvulaceae. A forte presença da família Fabaceae já era esperada, pois é comum seu aparecimento em ambientes de afloramentos rochosos e os hábitos dominantes serem de arbustivas e subarbustivas.

O acelerado processo de mineração nos afloramentos rochosos implica na perda direta de habitats, como também na fragmentação da flora rupestre. Essas diferenças são maiores, quando associadas às remanescentes de vegetação Caatinga, no qual o processo de regeneração é determinado pela disponibilidade hídrica pluviométrica, luminosidade, amplitudes térmicas diárias e sazonais e interações biológicas, encontradas nessas áreas. Portanto, estes habitats estão susceptíveis a fragmentação, tendo em vista que, em Olivedos e Esperança os remanescentes de vegetação de Caatinga e Floresta Atlântica, formam pequenos e isolados agrupamentos, que têm poucas oportunidades de perpetuação em longo prazo.

5 REFERÊNCIAS

ALVES, M. A. O.; SANTOS, P. R. S.; FILHO, M. L.; Bioestratigrafia do Limite Cretáceo-Paleógeno da Bacia da Paraíba com Base na Palinologia. **Revista Estudos Geológicos**. v29 n1, p3-24, 2018.

AMORIM, L.D.M.; SOUSA, L. O. F.; OLIVEIRA, F. F. M.; CAMACHO, R. G. V.; MELO, J. I. M.; Fabaceae na Floresta Nacional (FLONA) de Assú, semiárido potiguar, nordeste do Brasil. **Rodriguésia** 67(1): 105-123, 2016.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG). 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20

BASTIN, J. F.; BERRAHMOUNI, N.; GRAINGER, A.; MANIATIS, D.; MOLLICONE, D.; MOORE, R.; PATRIARCA, C.; PICARD, N.; SPARROW, B.; ABRAHAM, E. M.; ALOUI, K.; ATESOGLU, A.; ATTORE, F.; BASSÜLLÜ, Ç.; BEY, A.; GARZUGLIA, M.; GARCÍA-MONTERO, L. G.; GROOT, N.; GUERIN, G.; LAESTADIUS, L.; LOWE, A. J.; MAMANE, B.; MARCHI, G.; PATTERSON, P.; REZENDE, M.; RICCI, S.; SALCEDO, I.; DIAZ, A. S.-P.; STOLLE, F., SURAPPAEVA, V., and CASTRO, R.; **The extent of forest in dryland biomes**, *Science*, 356, 635–638, <https://doi.org/10.1126/science.aam6527>, 2017.

BRASIL. SUDEMA. Superintendência de Administração do Meio Ambiente. Instrução Normativa SUDEMA Nº 1 DE 08/04/2016. Define os procedimentos internos da Superintendência de Administração do Meio Ambiente - Sudema – para validação do licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de extração de mineral de agregado para construção civil - areia, cascalho, silte e argila - em leito de rios e riachos no Estado da Paraíba, bem como a complementação documental necessária para o requerimento de tais atos administrativos. Publicado no DOE - PB em 16 mar 2017. Disponível em: < <http://static.paraiba.pb.gov.br/2016/04/Diario-Oficial-12-04-2016.pdf> >

CARDOSO, D. B. O. S.; QUEIROZ, L. P. Leguminosae das caatingas do Tucano. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 2, p. 379-391, 2007. 20 p.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil- Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do Município de Olivedos, estado da Paraíba / Organizado [por] Breno Augusto, Beltrão Franklin de Moraes, João de Castro Mascarenhas, Jorge Luiz Fortunato de Miranda, Luiz Carlos de Souza, Junior Vanildo Almeida Mendes. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil- Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do Município de Esperança, estado da Paraíba / Organizado [por] Breno Augusto, Beltrão Franklin de Moraes, João de Castro Mascarenhas, Jorge Luiz Fortunato de Miranda, Luiz Carlos de Souza, Junior Vanildo Almeida Mendes. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, PAGANUCCI, L.; Vegetação e flora da Caatinga. **Revista Ciência e Cultura**. vol.70 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2018.

FERREIRA, P. S. M.; TROVÃO, D. M. B. M.; MELO, J. I. M. Leguminosae na APA do Cariri, Estado da Paraíba, Brasil. **Hoehnea**, v. 42, n. 3, p. 531-547, 2015.

FRANCISCO, P.R.M., PEREIRA, F.C., BRANDÃO, Z.N., ZONTA, J.H., SANTOS, D., SILVA, J.V. do N. Mapeamento da aptidão edáfica para fruticultura segundo o zoneamento agropecuário do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol.08, n.02, (2015) 377-390. 377p.

GRÖGER, A.; BARTHLOTT, W. 1996. Biogeography and diversity of the inselberg (Laja) vegetation of southern Venezuela. **Biodiversity Letters** 3: 165-79.

GUIMARÃES, C. L.; MILANEZ, B.; Mineração, impactos locais e os desafios da diversificação: revisitando Itabira. **Desenvolv. Meio Ambiente**, v. 41, p. 215-236, agosto 2017.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2014.

LEITE, A. B. X. **Influência de fatores ambientais na riqueza e composição de espécies de líquens corticícolos em área de Brejo de Altitude e Caatinga**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Sergipe, p.89, 2013.

MARQUES, L. A; SILVA, B. J; MOURA, C. D; SILVA, G. D. Caracterização Morfoestrutural e Morfoescultural do Cariri Paraibano. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v.11, n.27, pp.231-242, Setembro/Dezembro de 2017.

MELO, A. C. C; CARDOSO, A. C. D. O papel da grande mineração e sua interação com a dinâmica urbana em uma região de fronteira na Amazônia. **Nova Economia**, v.26, n. Especial, p.1211-1243, 2016.

MILANEZ, B.; Mineração, Ambiente e Sociedade: Impactos Complexos e Simplificação da Legislação. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental (BRU)** : n.16, jan./jun. 2017.

OLIVEIRA, E. V. S.; PRATA, A. P. N.; PINTO, A. S. Caracterização e atributos da vegetação herbácea em um fragmento de Caatinga no Estado de Sergipe, Brasil. **Revista Hoehnea**. vol.45 no.2 São Paulo Apr./June 2018.

PEIXOTO, A. L.; MAIA, L. C. 2013MANUAL DE PROCEDIMENTOS para Herbários. INCT – Herbário virtual para Flora e Fungos. Recife. 100p.

PEREIRA, T.M.S. **Panorama Geoambiental e Riqueza da Vegetação Rupestre de Plantas e Líquens da Serra do Pará, Santa Cruz Do Capibaribe – PE** . DISSERTAÇÃO (Dissertação em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Recife, 2019.

PORTO, P. A. F.; ALMEIDA, A.; PESSOA, W. J.; TROVÃO, D.; FELIX, L. P. Composição Florística de um Inselbergue no Agreste Paraibano, Município de Esperança, Nordeste Do Brasil. **Caatinga** (Mossoró, Brasil), v.21, n.2, p.214-, abril/junho de 2008.

RIEGELHAUPT, E. ;PAREYN, F. G. C.; BACALINI, B. O manejo Florestal na Caatinga: resultados da experimentação. In: GARIGLIO, et al (orgs). **Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010 p. 257-275.

RODAL. M, J, N.; MARTINS, F. R.; SAMPAIO, E. V. de S. B. Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de Caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga**.v.21, n.3. Mossoró: 2008, p.192-205.<Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/366/372>>

RODRIGUES, E. M.; **Levantamento Taxonômico de Fabaceae Lindl. Em um Afloramento Granítico Do Semiárido Paraibano** DISSERTAÇÃO (Dissertação em Ecologia). Universidade Estadual da Paraíba- UEPB. Campina Grande, 2018.

SALES-RODRIGUES, J.; BRASILEIRO, J. C. B.; MELO, J. I. M. de. Flora de um Inselberg na Mesorregião Agreste do Estado da Paraíba-Brasil. **Polibotânica**, Núm. 37, pp. 47-61, México, 2014.

SARTHOU, C.; VILLIERS, J. F.; Epilithic plant communities on inselbergs in French Guiana. **Journal of Vegetation Science** 9: 847-860, 1998.

SENA, J. P. O.; MORAES NETO, J. M.; LUCENA, D. B.; Variabilidade da Precipitação em Sumé e São João Do Cariri e suas Consequências na Agropecuária. **Revista Brasileira de Climatologia**, Ano 15 – Vol. 25 – JUL/DEZ 2019.

SILVA, J. M.; **Flora da mesorregião do sertão paraibano, nordeste brasileiro: checklist, distribuição geográfica e status de conservação das espécies**. Patos, 2016. 75 p. <Disponível em:http://www.cstr.ufcg.edu.br/grad_cienc_bio/tcc_15_2/22_jardelson_de_medeiros_silva.pdf> Acesso em: 21 de out. de 2017.

SOUZA, I. M.; FUNCH, L. S.; Fenologia e modos de polinização e dispersão de Fabaceae em floresta ciliar, Chapada Diamantina, Nordeste do Brasil. *Sitientibus* série Ciências Biológicas, 2015.

STIVAL, M. M.; SILVA, S. D.; O desastre da barragem de mineração em Mariana e os impactos no Direito Internacional Ambiental e no brasileiro. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 8, n. 2, 2018 (p. 205-228).