



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

CONSTRUINDO NOSSO MAPA MUNICIPAL VISTO DO ESPAÇO

Maria Luiza Freire de Melo

Relatório de Iniciação Científica do programa
PIBIC, orientado pelo Dr. Melquisedec Medeiros
Moreira e pelo Coorientador Dr. José Braz Diniz
Filho.

INPE

Natal

2024



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

CONSTRUINDO NOSSO MAPA MUNICIPAL VISTO DO ESPAÇO

Maria Luiza Freire de Melo

Relatório de Iniciação Científica do programa
PIBIC, orientado pelo Dr. Melquisedec Medeiros
Moreira e pelo Coorientador Dr. José Braz Diniz
Filho.

INPE

Natal

2024

AGRADECIMENTOS

A autora agradece ao CNPq pelo fomento à pesquisa e a bolsa (Processo 152888/2023-7; Modalidade: Iniciação Científica – IC) e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais pelo suporte oferecido, também pelo orientador Dr. Melquisedec Medeiros Moreira e pelo Coorientador Dr. José Braz Diniz Filho. Agradeço também aos demais membros de mapeamento Gabriel Moura de Macedo, Jordania Nascimento e Ana Paula Assis.

RESUMO

O projeto intitulado “Construindo nosso mapa municipal visto do espaço” está dando continuidade a medição da cobertura vegetal da Caatinga, buscando a expansão do mapeamento e disseminando tecnologias espaciais na qual os mapas são gerados a partir de imagens satélites LANDSAT-8 em uma resolução de 30 metros. O sensoriamento remoto está sendo o principal aliado a essa continuidade de medição e expansão, buscando, então, atender as necessidades de cartografia do Brasil. As cartas e mapas oficiais do Brasil apresentam muita carência, mesmo que as grandes geotecnologias estejam ascendendo. A região Nordeste é a região principal na qual mais apresenta essa carência, e onde é o nosso foco principal de emprego em utilização e atualização no gerenciamento de informações nas mais variadas formas de análise, para melhoramento da quantidade de trabalhos de mapeamento do uso e ocupação do solo do Semiárido do Brasil. Neste ano de pesquisa, nosso projeto conseguiu mostrar uma maior expansão, detalhada nos parágrafos seguintes. Foram feitas atividades de campo visando o mapeamento da região da Caatinga de forma substancial, na região da Paraíba entre Picuí e Pedra Lavrada. Para análise, melhora e qualificação de áreas anteriormente não mapeadas. Além disso, sendo então o foco principal o emprego e a utilização do gerenciamento de informações, em formas variadas de análise e melhorando e aumentando a quantidade de mapeamentos feitos e do uso e da ocupação do semiárido no Brasil, pode-se ver claramente o bioma Caatinga com a coroa-de-frades, além dos seus variados cactos e tal bioma em uma época chuvosa, extremamente esverdeada. Ou seja, pode-se ver a visão paisagística da área, conectada a Geologia Ambiental e Geomorfologia. Além das atividades de campo, anteriormente e posteriormente, foram feitas sínteses de vídeos, como os Webinars da ABAS, na qual foram cruciais durante todo esse processo, em que ajudaram o período pré-campo e pós-campo, envolvendo o aprendizado sobre as grandes tecnologias na qual auxiliaram esse processo, além de todo o conhecimento necessário sobre as novas tecnologias, discussões sobre a inteligência artificial e como pode ajudar a moldar todo o processo de geotecnologias etc. Todo esse conjunto de processos intrinsecamente relacionados levam a um conjunto de fatores que se complementam para uma pesquisa na qual mostrou-se cada vez mais inovadora, juntando-se o melhor conhecimento do bioma, do mapeamento de novas áreas, e relação com as novas geotecnologias.

Palavras-chave: Mapeamento, Sensoriamento Remoto, Caatinga, Geotecnologias.

ABSTRACT

The project nominated as “Building our Map seen from space” is continuing the meditation of the vegetation cover of Caatinga, making the research of the mapping extension and disseminating space technologies in which the maps are generated as image satellites as LANDSAT-8 in a 30 meters resolution. The remote censoring is being the principal ally continuing this measurement and expansion, searching, so, to attempt the needs in cartography in Brazil. The official carts and maps of Brazil presents improvement needs in the Brazilian cartography, even if the big geotechnologies are being ascendent. The Northeast region is the principal region in which has the needs of an improvement, and the principal focus of the use and occupation of the ground of the Semiarid of Brazil. In this year of research, our project has showed us a bigger expansion, detailed better in this work. We made this year a field work in which the objective was a mapping of the region of Caatinga in a substantial form, the place was all between the city of Picui and Pedra Lavrada, in Paraíba. For analysis, the betterment and qualification of areas that were not mapped before. Being the principal focus the employment and utilization of an information management in a diversity form of analysis, betterment and a bigger quantity of mapping work made and the use and occupation of the Brazilian semiarid. We can see clearly the Caatinga biome with the Coroa-de-Frades, besides the variety of the cactus and this biome in a rainy season, extremely greenish. As it is, we can see the landscaping vision of the area, connected to the Ambiental Geology and Geomorphology. Besides the trip fields, before and after this, we made video synthesis, such as Webinars of ABAS., in which were extremely crucial during all this process, that helped the before field period and the after-field period, involving the knowledge about the biggest and new technologies, discussions about the artificial intelligence and how it can help to shape the geotechnologies etc. All this matter of factors related processes lead to a set of factors that complement each other, resulting in research that has increasingly proven to be innovative, combining the better understanding of the biome, the mapping of new areas and the relation between new technologies.

Keywords: Mapping, Remote Sensing, Caatinga, Geotechnologies

LISTA DE FIGURAS

Figura I – Deslizamentos de Terra em Jaboatão dos Guararapes. Fonte: INPE, Cnes, CENAD, Cemaden.....	Pág. 11
Figura II- Inundações em certas áreas em Jaboatão dos Guararapes/PE. Fonte: INPE, Cnes, CENAD, Cemaden.....	Pág. 12
Figura III- Deslizamentos de Terra em Olinda/PE. Fonte: INPE, Cnes, CENAD, Cemaden.....	Pág. 12
Figura IV- Deslizamentos de Terra em Camaragibe/PE Fonte: INPE, Cnes, CENAD, Cemaden.....	Pág. 13
Figura V- Áreas de risco e feridas causadas em Camaragibe/PE Fonte: INPE, Cnes, CENAD, Cemaden.....	Pág. 13
Figura VI – Deslizamentos de terra e suas cicatrizes em Recife/PE Fonte: INPE, Cnes, CENAD, Cemaden.....	Pág. 14
Figura VII- Áreas de risco e cicatrizes de deslizamentos de terra ocorridos em Jaboatão dos Guararapes/PE Fonte: INPE, Cnes, CENAD, Cemaden.....	Pág. 14
Figura VIII- Bioma Caatinga em abril. Fonte: Autoria Própria.....	Pag. 17
Figura IX-Bioma Caatinga com foco nos Cactos (coroa-de-frades). Fonte: Autoria Própria.....	Pág. 18
Figura X- Presença da vegetação nativa em época de chuvas. Fonte: Autoria Própria.....	Pág. 19
Figura XI: Presença de uma vegetação vibrante pelo clima chuvoso. Fonte: Autoria Própria.....	Pág. 20
Figura XII: Compartimentação da Província Borborema em Domínios. Fonte: Medeiros et. Al. 2017.....	Pág. 22
Figura XIII - Características das rochas que compõem a Formação Jucurutu: (A) paragneisses anfíbio-biotita (cor cinza) com intercalações de rochas calcossilicatadas (cor esverdeada) na região de Jucurutu/RN; (B) mármore da região da mina Brejuí (Currais Novos/RN); (C) rocha calciossilicática da região da mina Brejuí (Currais	

Novos/RN); (D) formação ferrífera na região de Saquinho (Cruzeta/RN). Fonte: Autoria Própria.....Pág. 26

Figura XIV: Quartzito muscovita da Formação Equador (A); Metaconglomerado da Formação Equador na Região de Parelhas/RN (B); Biotita xisto da Formação Seridó na região de Cruzeta/RN (C); Granada-cordierita-biotita xisto da Formação Seridó em Currais Novos/RN (D). Fonte: Autoria Própria.....Pág. 27

Figura XV: Coluna Litoestratigráfica. Fonte: Autoria Própria.....Pág.28

SUMÁRIO

1. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS PRÉ-EXISTENTES DA ÁREA DE ESTUDO.....	8
1.1. TRABALHOS FEITOS POR MEIO DE SÍNTESE.....	8
1.2. CURSOS REALIZADOS.....	14
1.3. BIOMA CAATINGA.....	15
2. GEOLOGIA REGIONAL.....	20
2.1 PROVÍNCIA DA BORBOREMA.....	20
2.1.1 Complexo Amarante.....	22
2.1.2 Corpo Serra do Ingá.....	22
2.1.3 Gnaiss Bom Jesus.....	22
2.1.4 Complexo Presidente Juscelino.....	23
2.1.5 Complexo Brejinho.....	23
2.1.6 Rochas máficas intrusivas do Complexo Senador Elói de Souza.....	23
2.1.7 Complexo Granjeiro.....	24
2.1.8 Complexo Saquinho.....	24
2.1.9 Complexo Arábia.....	24
2.1.10 Complexo Campo Grande.....	25
2.1.11 Augen Gnaisses (Serra da Formiga e Poço das Cruzes Suítes).....	25
2.1.12 Complexo Caicó.....	25
2.1.13 Formação Jucurutu.....	25
2.1.14 Formação Equador.....	26
2.1.15. Formação Seridó.....	27
2.1.16. Magmatismo Ediacarano-Cambriano.....	27
3. ARCABOUÇO TECTONO-ESTRATIGRÁFICO DA ÁREA MAPEADA.....	28
4. MÉTODOS DE TRABALHO.....	29
5. SÍNTESE DAS CONCLUSÕES.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
ANEXOS.....	34

1. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS PRÉ-EXISTENTES DA ÁREA DE ESTUDO

1.1. TRABALHOS FEITOS POR MEIO DE SÍNTESE

Foram realizadas sínteses de variadas literaturas acadêmicas, vídeos de pesquisadores e professores universitários, Webinars diversos na qual retratavam a importância das novas tecnologias como a própria inteligência artificial, mostrando a grande capacidade que as novas tecnologias têm de melhorar as pesquisas e aquisição de dados, por exemplo, nas mais variadas áreas. Os Webinars assistidos da Plataforma ABAS foram: “Águas Subterrâneas: desvendando o invisível com Inteligência Artificial”, com os palestrantes Camila Duelis Viana, geóloga mestre e doutora pelo Instituto de Geociências da USP, na qual apresentou: “Como o IA pode ajudar a mergulhar em águas desconhecidas”, Clyvirk Renna Camacho, apresentando “Inteligência Artificial: um caminho sem volta”, engenheiro geólogo e doutorando em Engenharia pela UFRJ, e Ingo Wahnfried como debatedor do Departamento de Geociências da Universidade Federal da Amazonia. Além desse, que levou ao anteriormente falado no parágrafo melhor entendimento da Inteligência Artificial.

Outro Webinar também importante assistido foi: “Águas e Soluções transfronteiriças: o que nos ensina a cooperação do Sistema Aquífero Guarani” O webinar foi moderado por Iara Bueno Giacomini, oceanóloga e limnóloga, atual Diretora de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. O evento contou com a participação de Ricardo Hirata, Professor Titular da Universidade de São Paulo e Vice-Presidente da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS), e Ricardo Burg, da UNESCO. Os principais pontos abordados foram os desafios enfrentados do Sistema Aquífero Guarani e Atualização do Programa de Ação Estratégica, levando a um melhor conhecimento sobre a cooperação transfronteiriça no gerenciamento de recursos hídricos, destacando a necessidade de integração e estratégias colaborativas para enfrentar os desafios comuns.

E, por último, mas não menos importante, o Webinar "As Águas Subterrâneas E O Enfrentamento dos Desafios Climáticos", moderado por Gerson Cardoso, geólogo da

UFRJ, com doutorado em Hidrogeologia pela Universidade Politécnica de Catalunha, Espanha. O evento contou com palestras de Rodrigo Lilla Manzione da UNESP e Edson Cezar Wendland da USP. Os principais pontos abordados e de ótimo entendimento foram sobre as questões das mudanças globais e águas subterrâneas, e perspectivas futuras de disponibilidade hídrica do país.

Além disso, foram feitos também sínteses de alguns projetos, como por exemplo do Projeto Gides, na qual se é abordado o fortalecimento da estratégia nacional de Gestão Integrada de Riscos de Desastres, síntese essa necessária pela grande relevância do tema na atualidade. Além dos de Manuais de Mapeamento simplificados para melhor entendimento sobre o simples do mapeamento, de grande prioridade dado a importância do tema nesse projeto. Também foram feitos resumos a respeito da identificação preliminar e priorização de talwegues susceptíveis a ocorrência de fluxos de detritos, visando a implementação de Barreiras SABO, síntese essa de grande conhecimento agregado. Guias práticos de utilização de alertas do Governo Federal para ações de preparação de desastres, de artigos sobre questões ambientais, como riscos e medidas mitigadoras para falésias, como a da praia de Pipa do Rio Grande do Norte, e de Barra de Tabatinga, foram trabalhos extremamente importantes de serem vistos e estudados dada a necessidade fundamental de entendimento, desde o começo do projeto, do adentrar e da percepção necessária a tal assunto, muito necessários também pensando na questão ambiental sempre retratada. Os estudos feitos sobre o PSHE, Programa de Sustentabilidade Hídrica de Pernambuco, e os estudos sobre mudanças de hábitos e redução de risco de movimentos de massa e inundações, além do resumo feito sobre o Workshop Interministerial, juntamente, foram conhecimentos de grande importância, novamente, pensando na questão ambiental.

Foram estabelecidos e estudados, como mostrado anteriormente, uma grande diversidade de assuntos importantes sobre as questões das novas tecnologias e sua ajuda na própria ciência, além do conhecimento necessário dos grandes projetos agregados citados, e a constante necessária sobre um melhor conhecimento sobre o próprio mapeamento além das questões ambientais relacionadas.

O estudo feito durante tais sínteses conseguiu estimar a resiliência e outras variáveis interconectadas com o objetivo de além de prever situações potenciais, saber como



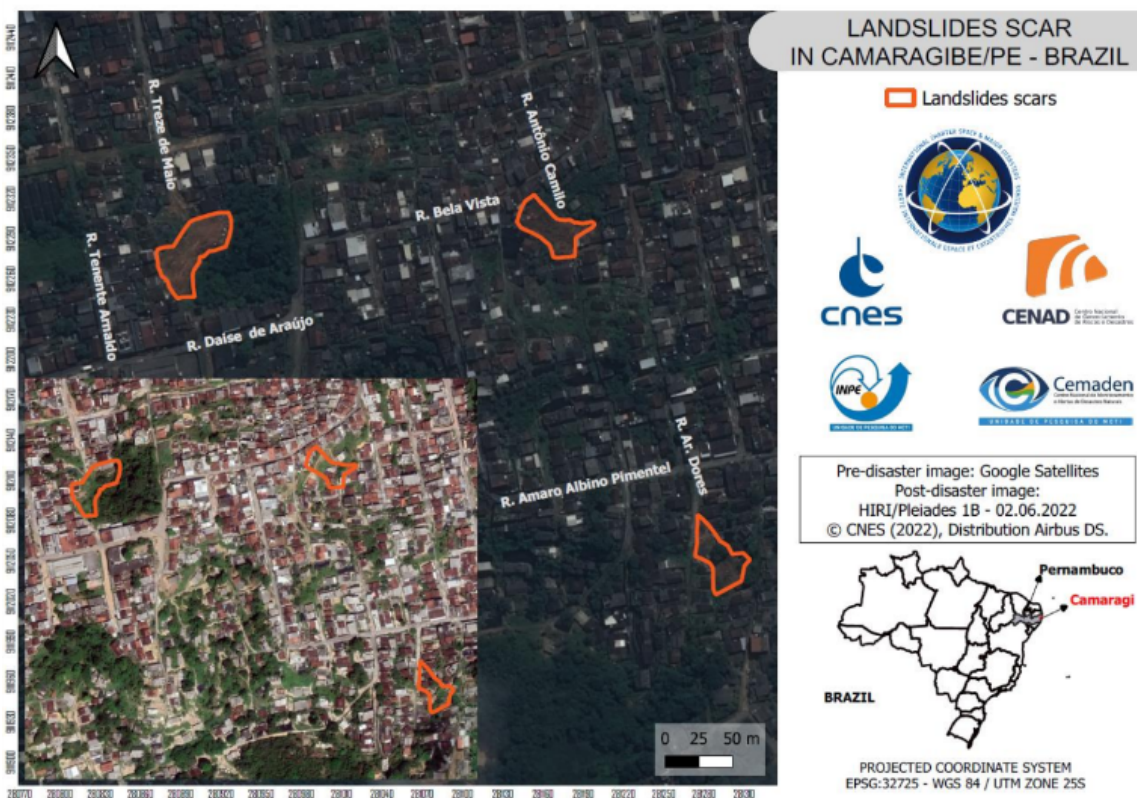
Fonte: INPE, Cnes, CENAD, Cemaden

Figura III- Deslizamentos de Terra em Olinda/PE



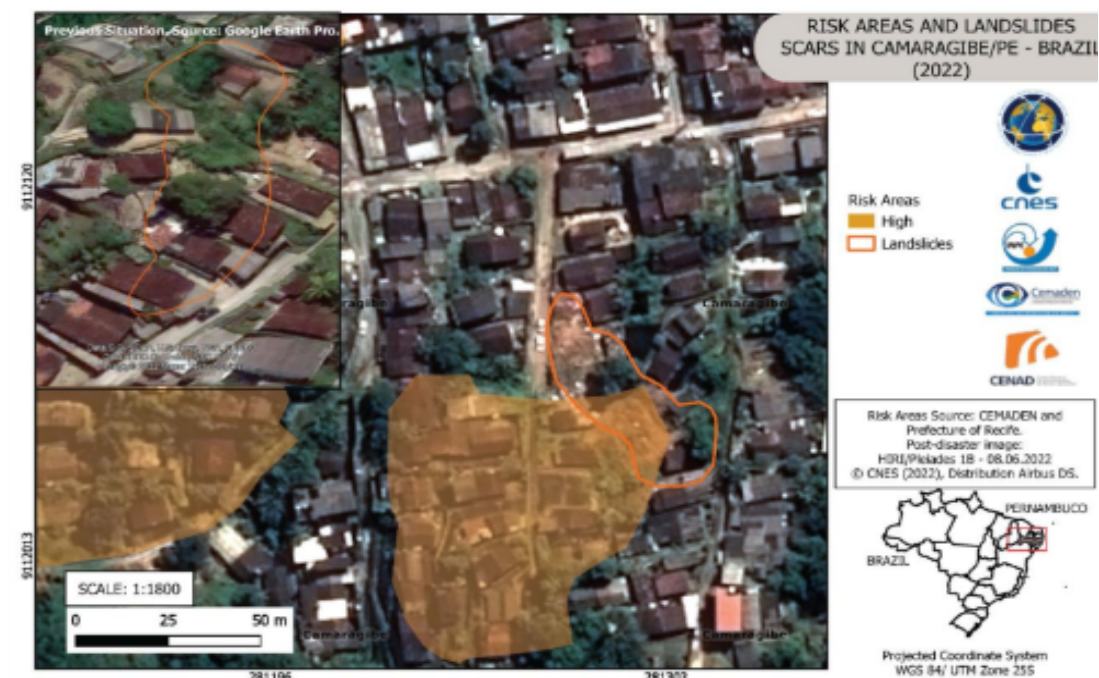
Fonte: INPE, Cnes, CENAD, Cemaden

Figura IV- Deslizamentos de Terra em Camaragibe/PE



Fonte:INPE, Cemaden, Cnes, CENAD

Figura V- Áreas de risco e cicatrizes causadas em Camaragibe/PE



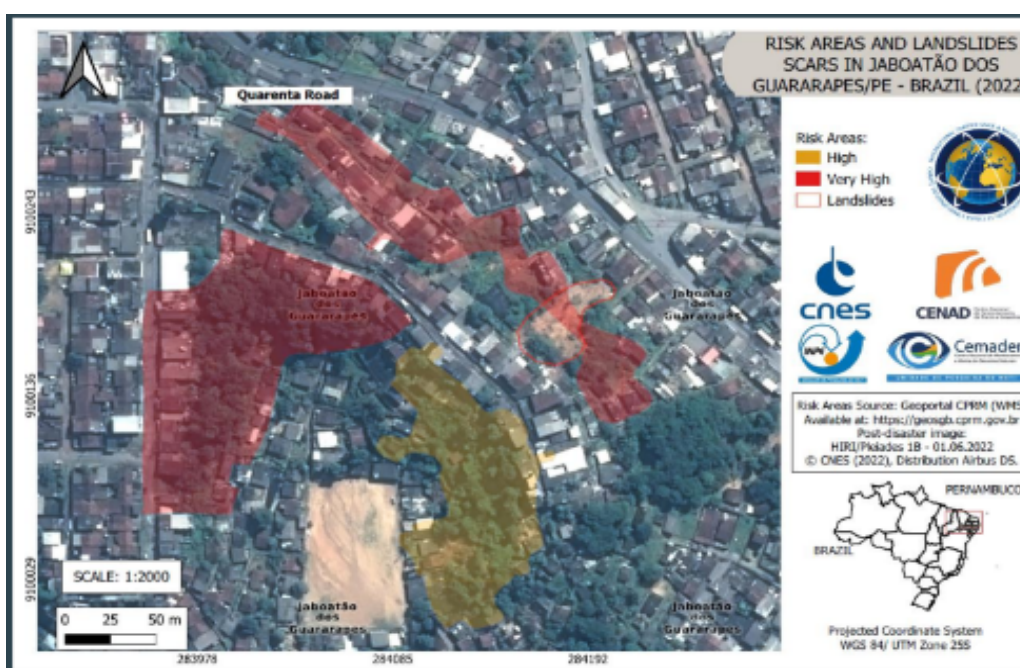
Fonte: Cnes, INPE, Cemaden, CENAD

Figura VI – Deslizamentos de terra e suas cicatrizes em Recife/PE



Fonte: Cnes, CENAD, INPE, Cemaden

Figura VII- Áreas de risco e cicatrizes de deslizamentos de terra ocorridos em Jaboatão dos Guararapes/PE



Fonte: Cnes, CENAD, INPE, Cemaden

1.2. CURSOS REALIZADOS

Foram feitos cursos como o da Fundação Getúlio Vargas sobre “Políticas Públicas de Gestão de Risco e Resposta a Desastres em Nível Municipal”.

Esse curso foi altamente significativo, fornecendo conhecimentos abrangentes sobre diversos tipos de formas diferenciadas de como administrar, gerir e responder a diferentes desastres possíveis incluí-se nisso componentes teóricos e históricos, proporcionando uma compreensão aprofundada das situações enfrentadas na prática, e a necessidade de uma melhoria da gestão nos níveis municipais. A riqueza desse curso possibilitou uma nova perspectiva do mundo, além de aprimorar a formação técnica sobre o assunto, alavancado a diversos níveis.

A avaliação do curso baseou-se em atividades práticas, exercícios e leituras, que demandaram a aplicação do conhecimento adquirido, focado no melhor conhecimento dos protocolos internacionais acerca da prevenção de riscos e desastres, e a compreensão de como desenvolver estratégias relacionadas a redução de tais riscos, bem como as ações mais recorrentes nas políticas e nos planos estaduais para proteção e defesa civil. Através das sínteses acadêmicas previamente elaboradas, conseguiu-se enriquecer suas bases teóricas. Isso contribuiu significativamente para o êxito nas avaliações, resultando em uma aprovação com um bom domínio dos conteúdos aprendidos e fortalecendo ainda mais as habilidades técnicas, comprovada pelo certificado obtido.

1.3. BIOMA CAATINGA

O presente relatório intitulado "Construindo nosso mapa municipal visto do espaço" tem como foco o estudo do bioma Caatinga, considerando o sensoriamento remoto como uma ferramenta fundamental para uma visão abrangente desse ecossistema. As atividades de campo realizadas nos dias 15 a 21 de abril de 2024, complementaram os levantamentos feitos com base em sínteses de trabalhos e cursos prévios, proporcionando uma compreensão mais detalhada desse bioma.

O bioma Caatinga é exclusivo do Brasil e foi minuciosamente observado durante o trabalho de campo, especialmente na disciplina de Mapeamento de Terrenos Cristalinos, na qual foi realizada em Picuí, PB e seus arredores. Sua principal característica é sua capacidade de adaptação aos períodos de estiagem, tornando-se resistente ao clima Semiárido, marcado pela escassez de chuvas na maior parte do ano. Durante o período de realização do campo, em abril, é uma época com maior incidência de chuvas, o que é evidenciado pelo aspecto mais esverdeado da vegetação, indicando maior abundância de água e consequentemente fazendo áreas que normalmente estão áridas e secas tornarem-se verdes e vibrantes, devido ao aumento da vegetação e a afloração de diversas espécies adaptadas as secas. Essas imagens reforçam que a vegetação da Caatinga permanece com suas características distintivas, como a presença significativa de cactos, como a coroa-de-frades, na qual desempenham um papel crucial durante os períodos de seca, tornando-se extremamente importantes para a sobrevivência do ecossistema geral.

Figura VIII – Bioma Caatinga em abril



Fonte: Autoria Própria

Figura IX – Bioma Caatinga com foco nos cactos (coroa-de-frades)



Fonte: Autoria Própria

Figura X- presença da vegetação nativa em época de chuvas



Fonte: Autoria Própria

Figura XI- presença de uma vegetação vibrante pelo clima chuvoso



Fonte: Autoria Própria

2. GEOLOGIA REGIONAL

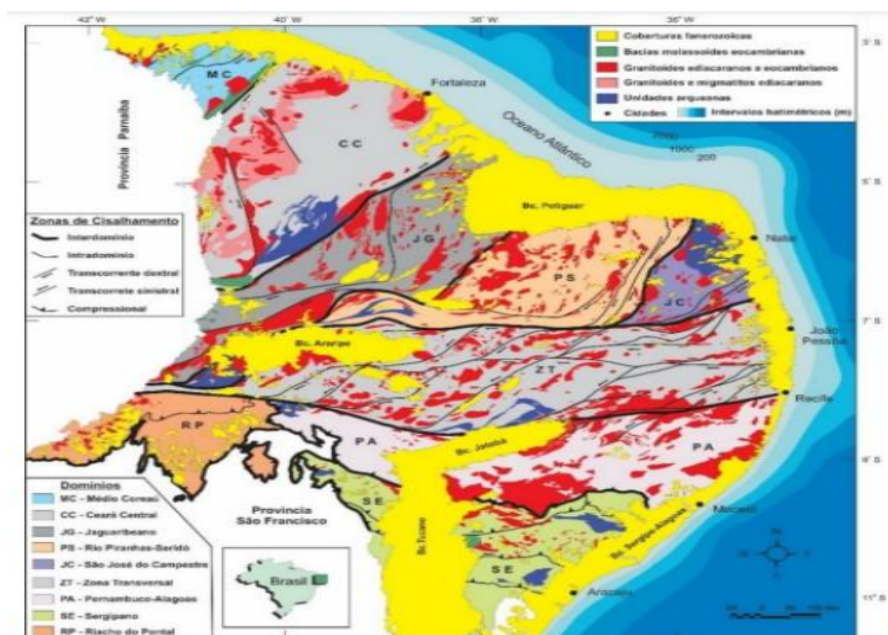
2.1 PROVÍNCIA DA BORBOREMA

A Província Borborema constitui uma entidade geotectônica que foi desenvolvida durante a Orogênese Brasileira e está situada na região NE do Brasil, abrangendo os estados do CE, RN, PB, PE e AL. Seu surgimento e evolução estão relacionados à formação do supercontinente Gondwana durante o meso-neoproterozóico, sendo resultado da amalgamação dos crátons Amazônico, Oeste Africano–São Luís e São Francisco–Congo e de fragmentos de terrenos menores.

Esse evento orogenético Brasileiro gerou um complexo sistema de zonas de cisalhamentos transcorrentes, as quais são responsáveis por compartimentar a Província Borborema, segundo

Van Schmus et al. (1997), em três domínios tectônicos, os quais foram renomeados por Delgado et al (2003) respectivamente como Subprovíncia Setentrional, Subprovíncia da Zona Transversal e Subprovíncia Meridional. A Subprovíncia Setentrional está situada a Norte da zona de cisalhamento Patos (ZCP) e é cortada pela zona de cisalhamento Picuí João-Câmara; a Subprovíncia da Zona Transversal é a região central da Província Borborema que fica entre a zona de cisalhamento Patos e a zona de cisalhamento Pernambuco (ZCPE) a sul; e a Subprovíncia Meridional corresponde a porção sul, situada abaixo da zona de cisalhamento Pernambuco, sendo limitada pelo Cráton do São Francisco.

Figura XII- Compartimentação da Província Borborema em domínios



Fonte: Medeiros et. Al. 2017

2.1.1 Complexo Amarante

O Complexo de Amarante localiza-se na região nordeste do Domínio da Serra do Dantas (PSD - Domínio Rio Piranhas-Seridó) e é composto de rochas félsicas e máficas (Dantas et al., 2019). As rochas félsicas incluem gnaisses e ortognaisses de composição sienítica, com coloração que varia de branca a rosa claro e textura granolepidoblástica equigranular de média a fina. A sua estruturação é caracterizada pela alternância entre faixas de rochas máficas.

2.1.2 Corpo Serra do Ingá

Conforme descrito por Dantas et al. (2019), a unidade da Serra do Ingá consiste em estruturas que se estendem na direção NE-SW, estas estruturas estão localizadas cerca de 10 km a sudoeste da mina de tungstênio Bonfim (Lajes/RN). Elas são compostas por rochas metamáficas que incluem hornblenda, plagioclásio, biotita, quartzo e piroxênio, sendo intercaladas por magnetitito ilmenita.

2.1.3 Gnaiss Bom Jesus

Essa unidade possui as rochas mais antigas da província do São José do Campestre, nela contém também xenólitos de um gnaiss similar que não foi datado. Composto principalmente de plagioclásio e hornblenda, como acessório a rocha possui titanita, apatita e zircão. Há localmente camadas de anfibolito estiradas na foliação principal da rocha hospedeira. (Dantas et al., 2004). De estruturas podemos observar dobras recumbentes a isoclinais com um trend NW. Há também leucossoma tonalítico a granodiorítico durante o processo de fusão. (Dantas et al., 2004)

2.1.4 Complexo Presidente Juscelino

Cercando o gnaiss Bom Jesus temos o complexo Presidente Juscelino, que por uma área de aproximadamente 3000 km² engloba as rochas Arqueanas do domínio São José do Campestre, possuindo também xenólitos de gnaiss tonalítico, como é o caso do Bom Jesus. (Dantas et al., 2004). O complexo Presidente Juscelino possui duas principais assembleias rochosas, a dominante hornblenda-biotita metaluminosa, com um gnaiss cinza que corta um gnaiss tonalítico, mais antigo. Os migmatitos possuem diferentes graus de anatexia, variando de um metatexito a um diatexito, seus tamanhos variam de centímetros a metros. Os leucossomas foram desenvolvidos paralelos à foliação principal de trend NW. O protólito de alguns migmatitos são interpretados como camadas metassedimentares, de acordo com Souza et al. (1999). O biotita ortognaiss representa a maior parte das rochas do arqueano do complexo.

2.1.5 Complexo Brejinho

O Complexo Brejinho é um pequeno segmento da crosta arqueana que ocorre na margem leste do complexo Presidente Juscelino, ele é caracterizado por trondjemitos peraluminosos na região do município de Brejinho, é composto de granodioritos a monzogranitos leucocráticos a mesocráticos de textura grosseira, com diferentes graus de migmatização e são ricos em granadas, o que indica o envolvimento de rochas metassedimentares no protólito.

2.1.6 Rochas máficas intrusivas do Complexo Senador Elói de Souza

É composto de hedenbergito-oligoclásio gnaiss, granulito e anfibólio gnaiss, além de metagabros, leuconoritos e meta anortositos ricos em granada. No campo não é claro, mas há uma mudança mineralógica progressiva entre o clinopiroxênio gnaiss e o anortosito, sugerindo estratificação.

2.1.7 Complexo Granjeiro

O Complexo Granjeiro se encontra no sudoeste do PSD, próximo às cidades de Granjeiro (CE) e Ipaumirim (CE). Originalmente considerado uma associação metaplutônica-sedimentar com idade arqueana, entre as zonas de cisalhamento Farias Brito e Patos, esta área foi recentemente redefinida por Palheta et al. (2019) com base em novos dados geológicos e geocronológicos. Ele consiste principalmente em ortognaisses cinzentos listrados, compostos por tonalito e granodiorito, com inclusões de rochas metamáficas e metaultramáficas.

2.1.8 Complexo Saquinho

O levantamento que caracterizou as rochas pertencentes ao Complexo Saquinho, foi realizado na cidade de Cruzeta-RN, na mina de ferro saquinho, localizada na porção central do Domínio Rio Piranhas Seridó (Cavalcante et al.2018). Essas rochas ocorrem a uma profundidade entre 210 e 330 m e são representadas principalmente por micro augengnaiss anfibólio-biotita de composição monzogranítica acinzentada e composição metamáfica gabroica.

2.1.9 Complexo Arábia

As idades Siderianas U-Pb, 2.331 Ma, encontradas no Domínio Rio Piranhas Seridó (sequência Santa Luzia) foram coletadas por Dantas et al. (2008) em um gnaiss biotita-hornblenda tonalítico. Baseado em dados isotópicos coletados em um afloramento ortognaiss biotita-anfibólio a noroeste de Lajes (RN), com idade U-Pb de zircão de 2.456 Ma, e idade modelo TDM de 2,56 Ga e Nd de 1,20, Costa e Dantas (2018) sugeriram uma possível fonte juvenil para o magma que deu origem para esses ortognaisses. Costa e Dantas (2018), nomearam esses litotipos siderianos, como

Complexo Arábia, que é composto predominantemente por ortognaisses e gnaisses migmatíticos. Na porção sudoeste do Domínio Rio Piranhas Seridó, existem rochas que também foram consideradas do Complexo Arábia, que são ortognaisses bandados, com faixas de composição granodiorítica a diorítica, às vezes com concentração de magnetita e anfibólio, com presença frequente de faixas migmatíticas, além de injeções graníticas/pegmatíticas e porções máficas.

2.1.10 Complexo Campo Grande

Recentemente estudado e datado por Ferreira et al. (2020a), o Complexo de Campo Grande, situado na região oeste do PSD, próximo à cidade de Campo Grande/RN, compõe o bloco tectônico de mesmo nome. Este bloco, é composto por gnaisses migmatíticos que abrigam rochas máficas-ultramáficas de idades Meso-Neoarqueanas, cercadas por ortognaisses paleoproterozoicos.

2.1.11 Augen Gnaisses (Serra da Formiga e Poço das Cruzes Suítes)

Os gnaisses das suítes Serra da Formiga e Poço da Cruz são compostos principalmente por ortognaisses biotita que podem conter anfibólios.

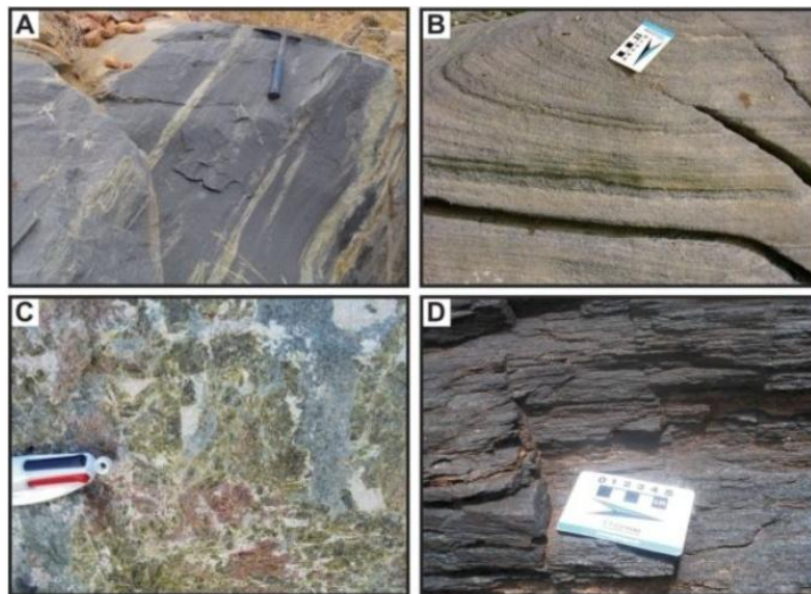
2.1.12 Complexo Caicó

Complexo Caicó foi concebido como a fundação do Grupo Seridó nos estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, onde esse complexo era geralmente caracterizado pela presença de Gnaisses e Migmatitos. As rochas do Complexo Caicó são formadas por gnaisses e migmatitos indiferenciados, podendo conter gnaisses bandados, paragnaisses com biotita e/ou granada, anfibolitos, prováveis rochas metavulcânicas, por vezes migmatizadas, contendo também xistos, quartzitos, metamáficos, rochas metaultramáficas (anfibolitos/hornblenditos e metagabros) e ortognaisses (graníticas, granodioríticas e tonalíticas), ortognaisses de biotita cinza escuro a claro, médio a grosso (hornblenda) são predominantes, indicando fortes faixas de gnaiss.

2.1.13 Formação Jucurutu

A Formação Jucurutu é essencialmente representada por paragnaisses e mármore, com níveis/camadas de formações ferríferas, anfibolitos e rochas calciossilicáticas. O litotipo principal corresponde ao anfibólio biotita paragnaisse de granulação geralmente fina a média e cor cinza e/ou cinza-azulado (Figura 5A). Os mármore têm uma cor cinza esbranquiçada e grãos grossos a médio e são compostos essencialmente por calcita (Figura 5B). As formações ferríferas apresentam as mais expressivas representantes nas áreas de Saquinho (Cruzeta/RN, e Pico do Bonito (Jucurutu/RN). Cavalcante et al. (2018) descreveu a existência de três fácies (óxido, carbonato e silicato) para formações ferríferas. A fácies oxidada consiste em quartzo ($\pm 60\%$), hematita ($\pm 39\%$), magnetita, muscovita e actinolita (Figura 5D), enquanto na fácies carbonatada (tremolitaibiritito), há alternância de ferruginoso e anfibolito camadas (quartzo, hematita, magnetita, tremolita, com actinolita, hornblenda e biotita como acessórios).

Figura XIII - Características das rochas que compõem a Formação Jucurutu: (A) paragnaisses anfibólio-biotita (cor cinza) com intercalações de rochas calcossilicatadas (cor esverdeada) na região de Jucurutu/RN; (B) mármore da região da mina Brejuí (Currais Novos/RN); (C) rocha calciossilicática da região da mina Brejuí (Currais Novos/RN); (D) formação ferrífera na região de Saquinho (Cruzeta/RN).



Fonte: Autoria Própria

2.1.14 Formação Equador

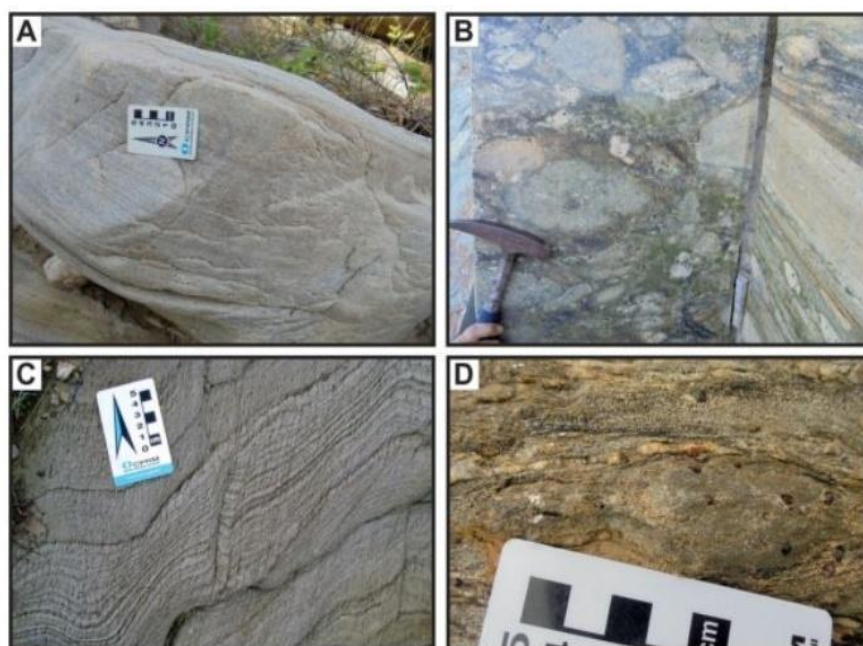
É composta principalmente por muscovita quartzito, contendo feldspato, e apresenta textura granoblástica grosseira e cor cinza esbranquiçada. Metaconglomerados

polimíticos e polimodais também foram mapeados, e há também, ortognaisses, metagranitoides, biotita gnaisses, rochas calcissilicáticas e metapegmatitos (Figuras 3A e 3B). Essas rochas variam de camadas estreitas e contínuas a grandes faixas com sentido Norte-Nordeste, como Umburana e Queimadas (Equador-Parelhas-Currais Novos), que tem uma curva claramente notada na porção norte do Lineamento Patos.

2.1.15. Formação Seridó

A Formação Seridó consiste essencialmente em micaxistos lepidoblásticos de granulação grossa, que podem conter granada, cordierita, estauroлита, cianita, andaluzita e/ou silimanita, quando comumente apresentam textura porfiroblástica (Figuras 6C e 6D). Geralmente, marcam a xistosidade, veios de quartzo e/ou boudinados, bem como intrusões de corpos granitóides e pegmatitos, na forma de veios e diques.

Figura XIV- Quartzito muscovita da Formação Equador (A); metaconglomerado da Formação Equador na região de Parelhas/RN (B); Biotita xisto da Formação Seridó na região de Cruzeta/RN (C); granada-cordierita-biotita xisto da Formação Seridó em Currais Novos/RN (D).



Fonte: Autoria Própria

2.1.16. Magmatismo Ediacarano-Cambriano

Pode ser caracterizado por sete suítes plutônicas: Jardim do Seridó, Conceição, São João do Sabugi, Itaporanga, Dona Inês, Caxexa e Umarizal, que foram descritas por vários autores (Almeida et al. 1977, Angelim et al. 2006, Nascimento et al. 2015, Cabral Neto et al. 2019). A Suíte Jardim do Seridó é formada principalmente por elementos

leucocráticos monzogranitos com muscovita, granada e biotita e, subordinadamente, por granodioritos de biotita com espessura fina a média, com textura equigranular. O granitóide de Genezaré (Caicó/RN), é constituído por ortognaisses sienograníticos com composição monzogranítica (metaluminosa a peraluminosa). O maior exemplo é a Serra da Garganta (Florânia/RN). A Suíte São João do Sabugi é constituída principalmente por gabros/dioritos com piroxênio e biotita, às vezes com anfibólio, e quartzo monzonitos com estrutura equigranular, fina a média, ou textura porfírica. De acordo com a classificação por Nascimento et al. (2015), existem essencialmente metais e rochas shoshoníticas. A Suíte Itaporanga é considerada a mais expressiva, sendo representada principalmente por biotita-anfibólio monzonitos (granitos, granodioritos e quartzo monzonitos subordinados) com textura porfírica marcada, caracterizada por fenocristais de K-feldspato, por exemplo, o Batólito Acari. A Suíte Dona Inês é constituída principalmente por biotita monzogranitos (às vezes granodioritos). De acordo com Nascimento et al. (2015) inclui principalmente metaluminosos a rochas cálcio-alcálicas peraluminosas com alto teor de potássio. A Suíte Caxexa é formada por k-feldspato granito e, subordinadamente, por quartzo k-feldspato sienito e sienogranito de textura equigranular fina a média. Isto é, as rochas são metaluminosas a peraluminosas, também caracterizadas por Nascimento et al. (2015). A Suíte Umarizal é inequigranular, com textura média a grossa. Segundo Nascimento et al. (2015), correspondem a rochas essencialmente metaluminosas classificadas como charnockito alcalino.

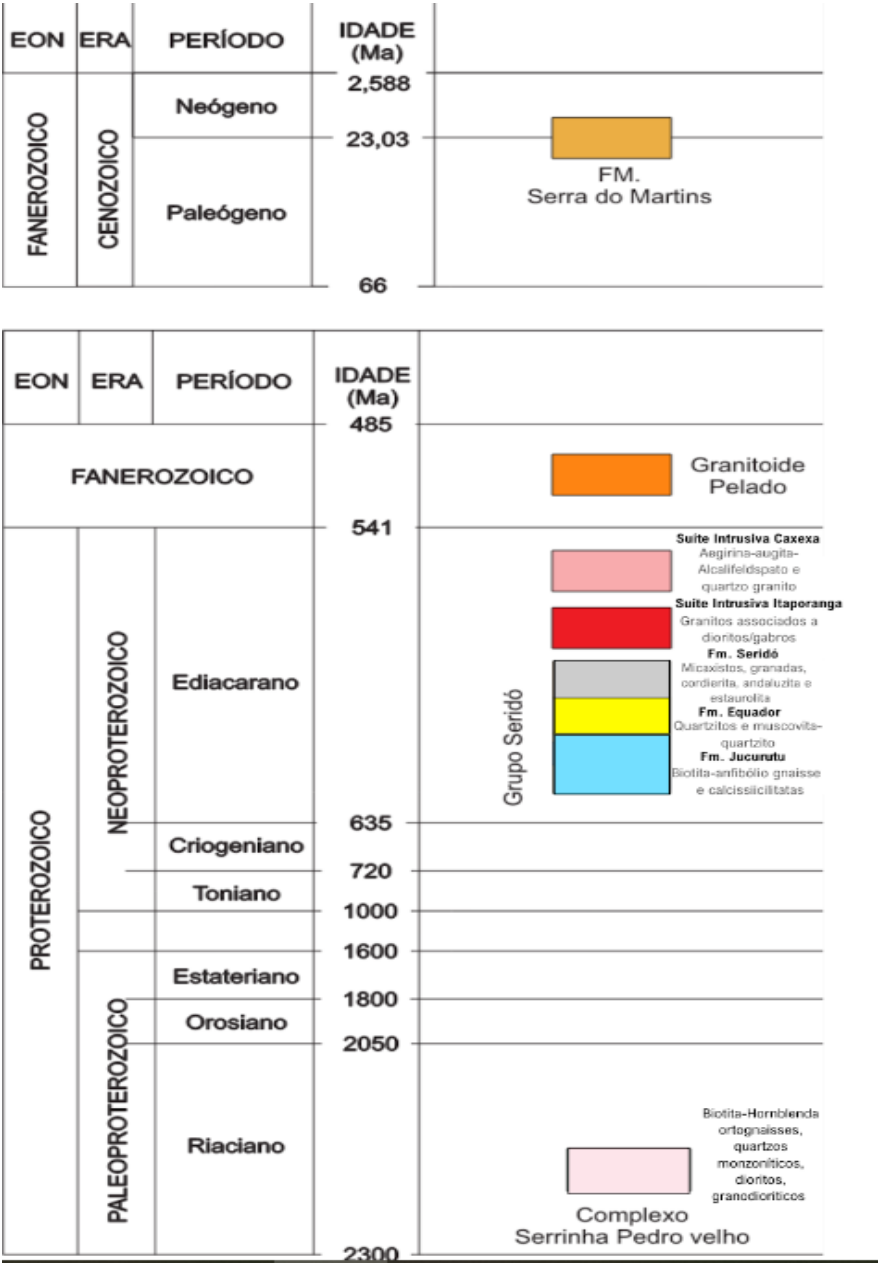
3. ARCABOUÇO TECTONO-ESTRATIGRÁFICO DA ÁREA MAPEADA

As relações cronológicas-estratigráficas das unidades mapeadas, serão abordadas agora, com uma coluna tectono-estratigráfica para a área em estudo como mostrado na Figura VII, com a descrição dos principais litotipos da área de estudo, utilizando informações da mineralogia, de estruturas e de contatos. As informações utilizadas foram as obtidas através de análises macroscópicas obtidas durante a fase de pré-campo e campo, e os dados interpretados na fase pós-campo com o auxílio da descrição de lâminas delgadas.

Em relação às unidades mapeadas, foram observadas em campo as seguintes unidades: Formação Serra do Martins, Cenozóico, datado de cerca de 23,03 Ma. Essa Formação apresenta unidades litoestratigráficas que variam de arenitos médios a conglomerados. O Granitoide Pelado, datado do Fanerozóico, com cerca de 500 Ma. Em seguida tem-se a Suíte Intrusiva Caxexa, Neoproterozoica, de cerca de 530 Ma, formada por augita, feldspato potássico e quartzo. A Suíte Intrusiva Itaporanga, com idades aproximadas de 570 a 520 Ma, com granitos associados a dioritos/gabros. O Grupo Seridó, inserido no último período Neoproterozoico, Ediacarano, com idades entre 600 e 540 Ma, é formado pela Formação Seridó, com micaxistos, granada, cordierita, andaluzita e estauroilita. A Formação Equador, constituída por quartzito e muscovita-quartzito, por vezes com feldspatos. A Formação Jucurutu, formada por biotita, epidoto, anfibólio-paragnaisses, intercalados a lentes de mármore, quartzitos. Por último,

datando do Paleoproterozóico, com cerca de 2200 Ma, tem-se o Complexo Serrinha Pedro Velho, que é constituído por biotita-hornblenda, ortognaisses, monzonitos, dioritos, e granodioritos.

Figura XV- Coluna litoestratigráfica



Fonte: Autoria Própria

4. MÉTODOS DE TRABALHO

Objetivando abordar a prática de campo realizada nos dias 15 a 21 de abril de 2024, em consonância com a disciplina de Mapeamento de Terrenos Cristalinos, do curso Bacharelado em geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Antes da realização do campo foi conduzida pesquisas bibliográficas e consulta de materiais prévios de forma essencial, proporcionando maior enriquecimento acadêmico-científico ao estudo em questão.

O trabalho em questão tem por finalidade integrar o conhecimento teórico com as práticas de campo, a fim de enriquecer o processo de ensino-aprendizagem dos alunos e promover uma melhor correlação entre teoria e prática. A fase pré-campo foi realizada durante o primeiro semestre, onde foram abordadas, nas aulas teóricas, as características geológicas do estado da Paraíba, com destaque para as regiões que seriam posteriormente visitadas.

Os afloramentos visitados e apresentados neste relatório, relacionados a Área 1, situam-se majoritariamente em locais de mata fechada ou perto de estradas de barro entre Picuí e Pedra Lavrada. A metodologia para elaboração destes perfis consistiu na coleta de medidas (atitudes) com bússolas, georreferenciamento utilizando o GPS, além das observações feitas pelos docentes orientadores Laécio Cunha e Francisco Oliveira da Silva.

A visualização in loco de afloramentos de corte de estrada e também adentrados nos interiores próximos a Picuí, na qual foi possível observar grandes afloramentos abertos, em sua maioria, contribuíram significativamente para a assimilação do conteúdo, enriquecendo o aprendizado da disciplina.

Além disso, durante a realização do estudo, foi possível aprofundar significativamente os conhecimentos relacionados à geomorfologia e ao bioma Caatinga, durante toda a excursão foi possível observar o grande esverdeado da Caatinga, maiores paisagens e características típicas do bioma, a qual está sempre presente. Paralelamente, o enfoque geológico permitiu uma abordagem abrangente dos processos e características que influenciam a região em questão. A integração desses dois campos de conhecimento

propiciou uma compreensão mais holística da interação entre os aspectos geológicos e geomorfológicos no contexto do bioma Caatinga.

As observações e análises geológicas contribuíram para identificar os padrões de formação e evolução das feições geológicas presentes na área de estudo, enquanto a exploração da geomorfologia proporcionou uma compreensão das formas de relevo e suas origens. A interconexão desses elementos propiciou uma visão mais completa do cenário geológico e geomorfológico da região e, por conseguinte, das interações com o bioma Caatinga.

Essa abordagem multidisciplinar permitiu revelar os vínculos intrínsecos entre a geologia e a geomorfologia, bem como suas implicações na configuração e dinâmica do bioma Caatinga. O conhecimento obtido nessa investigação reforça a importância da integração entre diferentes áreas de estudo para uma compreensão mais completa e abrangente dos sistemas naturais e sua evolução ao longo do tempo.

5. SÍNTESE DAS CONCLUSÕES

A excursão de campo realizada teve como objetivo estudar as características geológicas de uma área específica delimitada de Área 1, na região da Paraíba, no nordeste do Brasil e na parte mais acima do mapa levado em consideração a Província Borborema e o domínio São José do Campestre e Rio Piranhas Seridó, com enfoque também nas formações dos agrupamentos do Caicó, Jucurutu e Seridó. Durante a excursão, foram analisados os afloramentos observados nos diversos perfis na qual foram grandemente procurados, levando em consideração o mapa de pré-campo, em que se conseguiu posteriormente obter informações valiosas sobre o embasamento, evolução estrutural, metamorfismo e perfil geológico da área, por meio de toda a trajetória a procura dos afloramentos previamente selecionados no mapa para possível visualização.

Através dos métodos de trabalho em campo, como o uso de bússolas tipo Brunton para medir atitudes de planos de foliação, falhas e lineamentos, e o registro de observações em cadernetas, foi possível coletar dados detalhados sobre as feições geológicas encontradas nos afloramentos estudados. Essas técnicas permitiram uma análise precisa da estruturação da região e sua evolução ao longo do tempo geológico.

Em suma, a excursão de campo também proporcionou uma visão abrangente das características geológicas do local. A análise das formações geológicas, a utilização de métodos de trabalho em campo e a consulta bibliográfica acerca da área, de forma geral primeiramente, foi fundamental para a compreensão da evolução geológica e da estruturação da região estudada. As conclusões obtidas através desses estudos contribuem para o conhecimento científico e geológico da área e podem ter implicações importantes para futuras pesquisas e atividades exploratórias.

Ademais, a observação do bioma Caatinga desempenhou um papel fundamental para a consecução do mapeamento e aprofundamento do estudo. Durante as visitas realizadas em todas as áreas estudadas, o bioma apresentou-se em pleno vigor, exibindo uma exuberante tonalidade verdejante típica no mês de abril. Tal coloração evidenciou as características intrínsecas de adaptação e resistência da vegetação, notavelmente representadas pela presença de cactáceas, que desempenham um papel crucial na prevenção de impactos ambientais em outras épocas do ano.

Essa percepção direta do bioma, conjugada ao contexto temporal da visita em abril, permitiu uma abordagem mais abrangente e aprofundada, ressaltando os atributos específicos da vegetação que contribuem para a proteção e resiliência do ecossistema em face das variações climáticas ao longo do ano. O estudo dessas características sazonais contribuiu significativamente para a compreensão da dinâmica da Caatinga e suas estratégias naturais de sobrevivência, revelando a complexidade e a relevância desse bioma em termos de preservação e sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angelin, L.A. Geologia e recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte. [s.l.] CPRM, 2006.

Antunes, Ramon Junger Ferreira. Mapeamento geológico e caracterização petrográfica da região de Serra das Flechas, município de Pedra Lavrada-PB. 2019. 85f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

Archanjo, C.J., et al. Late Ediacaran lateral-escape tectonics as recorded by the Patos shear zone (Borborema Province, NE Brazil). 2021.

Archanjo, C.J. et al Timing of the HT/LP transpression in the Neoproterozoic Seridó Belt (Borborema Province, Brazil): Constraints from UPb (SHRIMP) geochronology and implications for the connections between NE Brazil and West Africa. 2012.

Beurlen, B. The mineral resources of the Borborema Province in Northeastern Brazil and its sedimentary cover: a review Journal of South American Earth Sciences. Vol. 8, NW 314. pp. 365-376. 1995 Elsevier Science Ltd & FMH Sciences & Resources INI/NTE

Beurlen, H. et al. Journal of South American Earth Sciences 110-127 Perspectives for Li- and Ta-Mineralization in the Borborema Pegmatite Province, NE-Brazil: A review. Journal of South American Earth Sciences 56. 2014.

Dantas, E.L. et al. The 3.4–3.5 Ga São José do Campestre massif, NE Brazil: remnants of the oldest crust in South America. Precambrian Research 130 113–137. 2004.

Dantas, E.L. et al. Crustal growth in the 3.4–2.7 Ga São José de Campestre Massif, Borborema Province, NE Brazil 2012.

Hollanda, M.H.B.M et. al. Long-lived Paleoproterozoic granitic magmatism in the Seridó-Jaguaribe domain, Borborema Province NE Brazil 2011.

Nascimento et. al. Suítes magmáticas Ediacaranas a Cambrianas no domínio Rio Grande do Norte, extremo Nordeste da Província Borborema (NE do Brasil): Conhecimento atual. Journal of South American Earth Sciences 58 281 e 299. 2015.

Medeiros, Vladimir Cruz. et al. The Rio Piranhas-Seridó Domain, Borborema Province, Northeastern Brazil: Review of geological-geochronological data. Journal of the Geological Survey of Brazil vol 4, no 3, 179 - 207, December 2021.

Souza, Z. S.et. al. Electron microprobe dating of monazite from high-T shear zones in the São José de Campestre Massif, NE Brazil Gondwana Research 9 441–455. 2006.

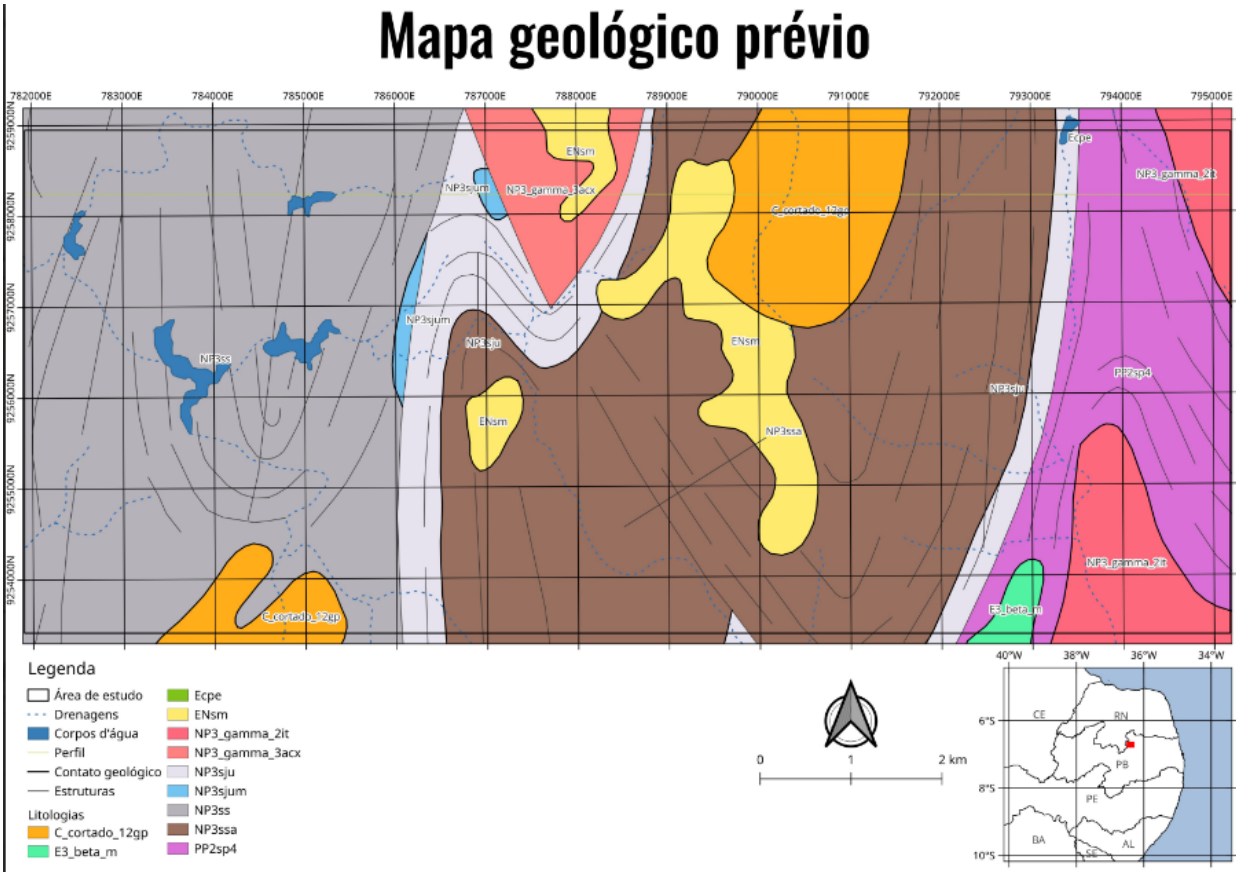
Van Schmus, W.R. et. al. The Seridó Group of NE Brazil, a late Neoproterozoic pre- to syn-collisional basin in West Gondwana: insights from SHRIMP U–Pb detrital zircon ages and Sm–Nd crustal residence (TDM) ages. Precambrian Research 127 287–327. 2003.

Viegas, L.G.F., et al. Microfabrics and zircon U–Pb (SHRIMP) chronology of mylonites from the Patos shear zone (Borborema Province, NE Brazil). Precambrian Research 243 (2014) 1–17. 2014.

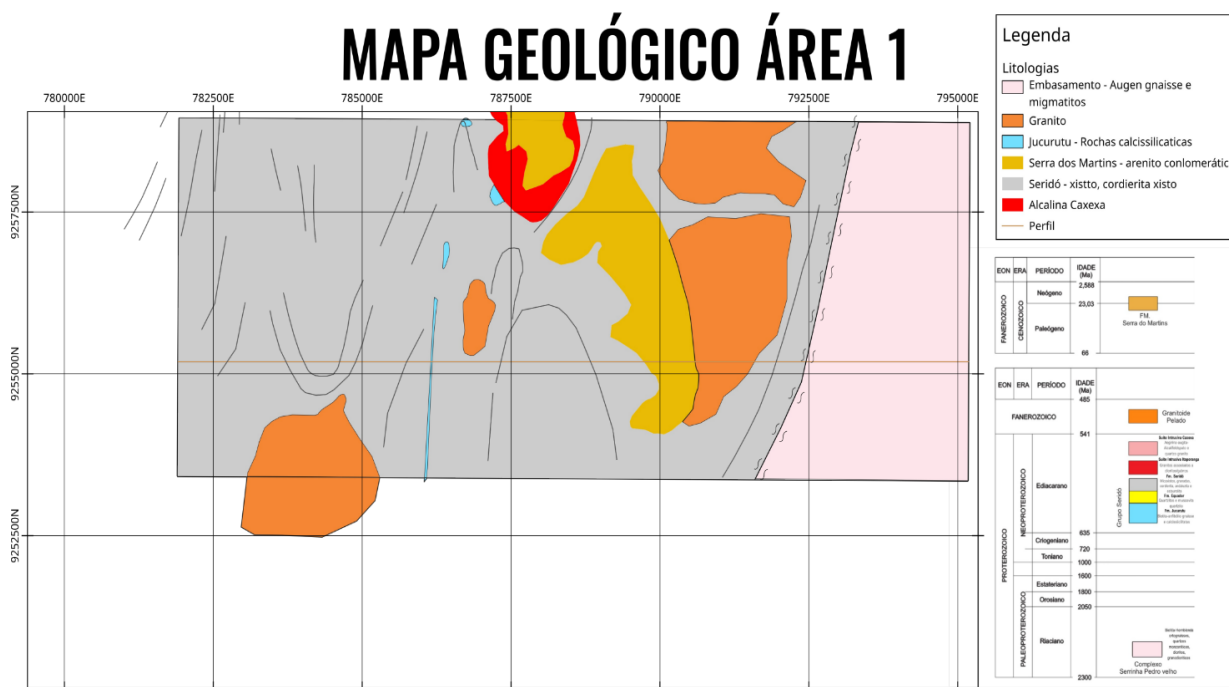
ILVA DE MEDEIROS, Allan Benício; SILVA, Romário Stéffano Amaro da; SANTOS, Valteson da Silva; SANTOS JUNIOR, Olavo Francisco dos; FREITAS NETO, Osvaldo de; SEVERO, Ricardo Nascimento Flores. Estudo de caso: Avaliação de um movimento de massa em uma falésia localizada na Praia da Pipa/RN. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, 2024.

ANEXOS

A.1. Mapa Geológico Prévio, feito antes do real mapeamento da área em que se iria estudar, apenas para delimitação de áreas geológicas pré-seleccionadas serem litologicamente nomeados.

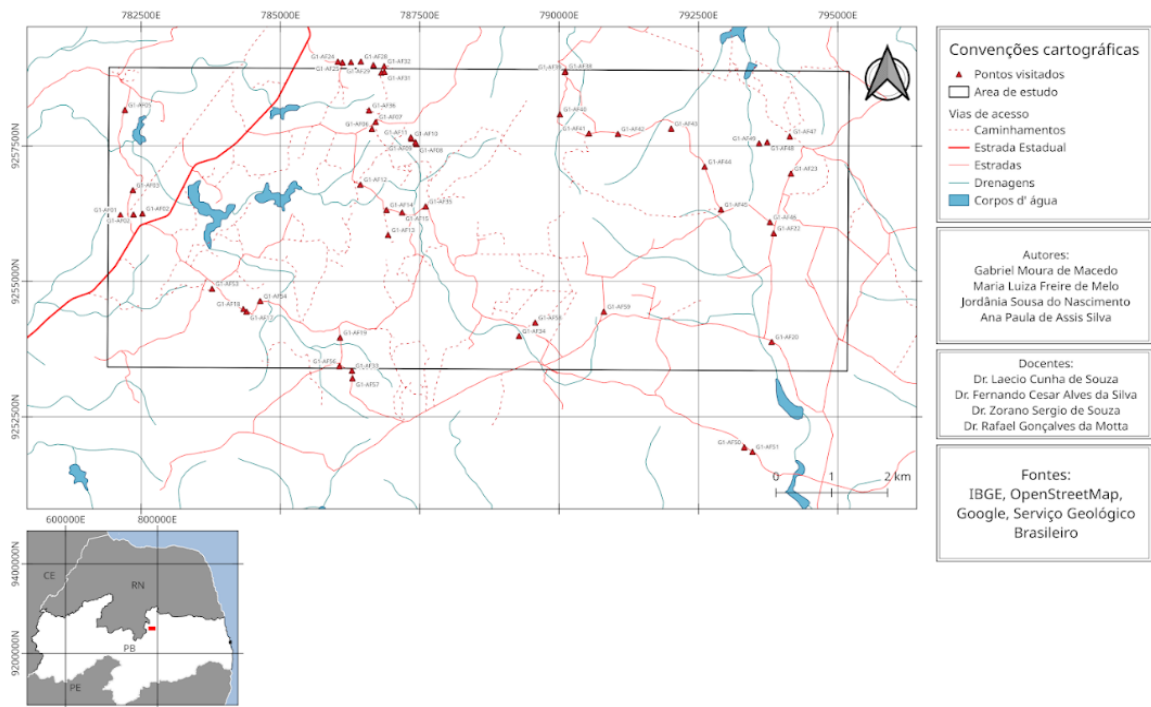


A.2. Mapa Geológico da Área 1 mapeada, com legendas das litologias encontradas, coluna litoestratigráfica, Mapa Final.



A.3. Mapa de Pontos da Área 1, na qual serviu para guiar os locais que seguiríamos na excursão em que poderiam ser encontrados possíveis afloramentos para o Mapa Final.

MAPA DE PONTOS - ÁREA 1



A.4. Certificado do curso realizado de Políticas Públicas de Gestão de Risco e Resposta a Desastres em Nível Municipal pela FGV Online, em parceria com o SGB - Serviço Geológico do Brasil.

