



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**CARTA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO DO
MUNICÍPIO DE NATAL/RN E SUA REGIÃO
METROPOLITANA: GEOTECNOLOGIAS,
ESPACIALIZAÇÃO E SIG APLICADO AO
GERENCIAMENTO DE DESLIZAMENTOS E
ALAGAMENTOS.**

Ellen Victória Dias de Carvalho

Relatório de Iniciação Científica
do programa PIBIC, orientada
pelo Dr. Melquisedec Medeiros
Moreira.



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**CARTA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO DO
MUNICÍPIO DE NATAL/RN E SUA REGIÃO
METROPOLITANA: GEOTECNOLOGIAS,
ESPACIALIZAÇÃO E SIG APLICADO AO
GERENCIAMENTO DE DESLIZAMENTOS E
ALAGAMENTOS.**

Ellen Victória Dias de Carvalho

Relatório de Iniciação Científica
do programa PIBIC, orientada
pelo Dr. Melquisedec Medeiros.

RESUMO

As atividades feitas durante o período vigente da bolsa de pesquisa foram revisões bibliográficas sobre cartas de aptidão à urbanização e mapeamento geotécnico, nos quais foram de suma importância para a produção de um artigo científico o qual tem como tema: Mapeamento Geológico e Geoambiental de semidetalhe, a leste do rio Piranhas-açu, abrangendo as comunidades do Cuó e Pataxós no Município de Ipanguaçu/RN. O artigo abrange atividade de campo que ocorreu durante a disciplina de Campo 2 do curso de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, a qual serviu como projeto piloto para a pesquisa, pois corresponde às etapas iniciais de um trabalho de mapeamento geotécnico, onde são produzidas as cartas geotécnicas que podem ser aplicadas no planejamento urbano e territorial. É um produto cartográfico que traduz a capacidade dos terrenos de suportar os diferentes usos e práticas, e para elaborá-la é necessário seguir o método de detalhamento progressivo. O mapeamento geológico consistiu em três etapas principais: (1) etapa de Pré-campo que envolveu pesquisas bibliográficas, análises de dados, interpretações de imagens de satélite, levantamento de base de dados, elaboração de mapas e o planejamento da atividade de campo; (2) etapa de Campo a qual correspondeu ao mapeamento propriamente dito, onde foi mapeado a litoestratigrafia da área e coletado todos os dados, a fim de confirmar os materiais obtidos na etapa anterior; (3) etapa de Pós-campo que envolveu a confecção do relatório baseado nos registros feitos durante a etapa anterior e ainda foram produzidos blocos diagramas, representações esquemáticas e o mapa geológico que apresenta as litologias e os contatos das mesmas.

Palavras-chave: Mapeamento Geológico. Mapeamento Geotécnico. Carta Geotécnica. Campo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo fomento à pesquisa e à bolsa (Processo: 163577/2021-8; Modalidade: Iniciação Científica – IC) e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais pelo suporte oferecido. Agradecemos também aos demais membros do grupo de mapeamento, Laura Beatriz, Paloma Barbalho e Wesley Nadler que auxiliaram durante a atividade de campo e na elaboração do relatório final.

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1. Fluxograma com as etapas que foram seguidas para a confecção do relatório do mapeamento. Fonte: Produção do autor	1
Figura 2. Fluxograma com as etapas para a produção de cartas geotécnicas por meio do detalhamento progressivo. Fonte: Produção do autor.....	2
Figura 3. Mapa de localização da área mapeada durante a atividade de campo, localizada no Município de Ipanguaçu/RN. Fonte: Produção do autor.....	3
Figura 4. Imagens RGB utilizadas na interpretação de dados e confecção de mapas da área mapeada. Fonte: Michael Vandestein (2021).....	4
Figura 5. Imagens SRTM utilizadas na interpretação de dados e confecção de mapas da área mapeada. Fonte: USGS.....	5
Figura 6. Mapa base da área mapeada durante a atividade de campo. Fonte: Produção do autor.....	6
Figura 7. Mapa de pontos e das vias de acesso. Onde os pontos foram coletados durante a atividade campo pelo aplicativo Avenza Maps. Fonte: Produção do autor.....	6
Figura 8. Bloco “in situ” de gnaisse ultramilonitizado com veios de pegmatito do Complexo Caicó e bloco rolado de basalto do Magmatismo Serra do Cuó. Fonte: Autoria própria.....	8
Figura 9. Arenito da Fm. Açú com estratificação cruzada e solo de coloração avermelhada com blocos rolados característicos de depósitos fluviais recentes. Fonte: Autoria própria.....	9
Figura 10. Seção colunar de Arenitos com níveis conglomeráticos da Formação Açú, Ipanguaçu/RN	10
Figura 11. Mapa geológico da área mapeada, apresentando as seguintes litologias: DEPAL- Depósitos aluvionares; EMB- Embasamento Cristalino; FMAÇU- Formação Açú; e VCUÓ- Vulcanismo Serra do Cuó. Fonte: Produção do autor.....	11
Figura 12. Mapa Geoambiental da área mapeada. Fonte: Produção do autor.....	12

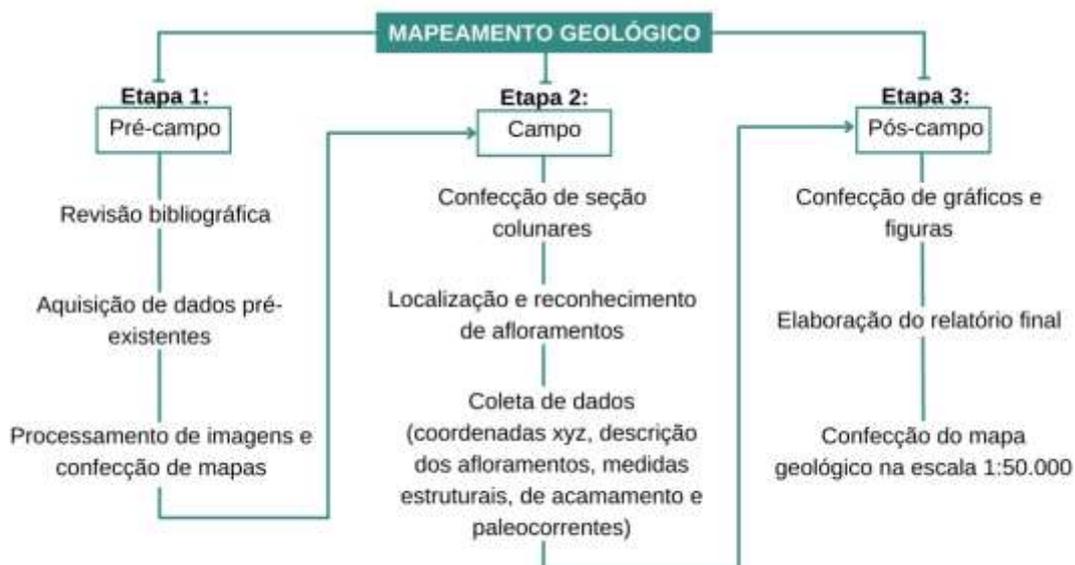
SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Cartografia Geotécnica	4
1.1.1 Carta de aptidão à urbanização	4
2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA	3
3 METODOLOGIA E MATERIAIS DE TRABALHO	4
3.1 Etapas do mapeamento geológico	4
3.1.1 Pré-campo.....	4
3.1.2 Campo.....	4
3.1.3 Pós-Campo	6
3.2 Etapas iniciais do mapeamento geotécnico	6
3.2.1 Modelo inicial do orientador	6
3.2.2 Inventário de dados e organização das informações.....	6
3.2.3 Interpretação dos dados e geração de produtos cartográficos derivados	6
4 RESULTADOS	7
4.1 Litoestratigrafia mapeada	7
4.2 Mapa geológico	8
4.3 Mapa geoambiental	9
5 CONCLUSÕES.....	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11

1 INTRODUÇÃO

O mapeamento geológico é uma importante etapa para identificar e descrever litologias, falhas, fraturas e outras informações geológicas significativas na área de estudo, sendo assim importante no andamento de um trabalho geotécnico. Sendo assim, suas técnicas e práticas são fundamentais em qualquer subárea da geologia. Na disciplina de Campo II foi proposto um mapeamento geológico de semidetalhe numa área de aproximadamente 49 km², nos municípios de Assu e Ipanguaçu, com o objetivo de identificar as litologias, formações e estruturas presentes na área, a qual se deu através de três etapas principais (ver Figura 1). Portanto, o andamento da disciplina foi dividido em três etapas, as quais corresponde com o mapeamento geotécnico, além do mapeamento geológico ser uma etapa primordial para qualquer atividade geotécnica. A etapa de pré-campo corresponde a etapa inicial, onde ocorre a pesquisa bibliográfica, interpretação de dados espaciais da área, além da produção de mapas prévios que auxiliaram na etapa posterior. Na etapa de campo foi feito o estudo presencial na área, onde foi coletado dados, a fim de confirmar ou modificar os dados prévios obtidos anteriormente. E por fim, a etapa de pós-campo que engloba a compilação de todos esses dados para a elaboração do mapa geológico e do relatório final.

Figura 1 - Fluxograma com as etapas que foram seguidas para a confecção do relatório do mapeamento.

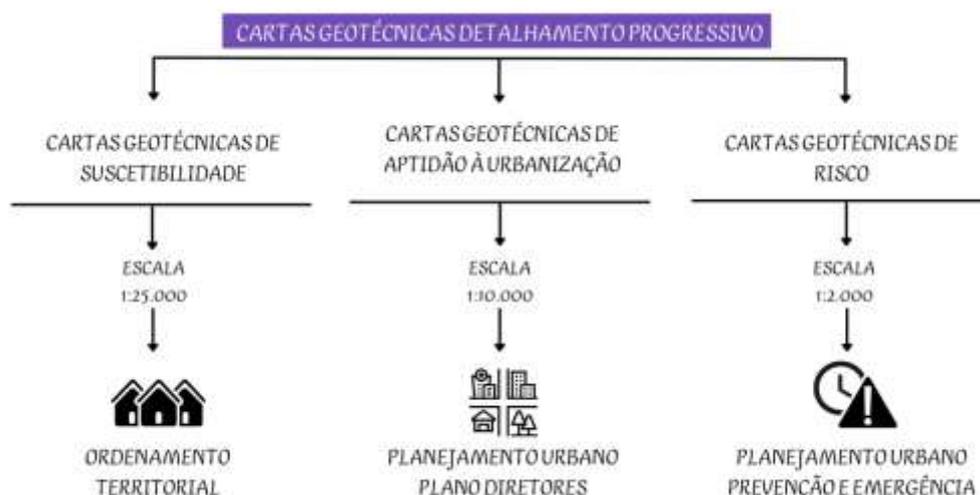


Fonte: Produção do autor.

1.1 Cartografia Geotécnica

A cartografia geotécnica possui a finalidade de integrar informações e representá-las, permitindo ter modelos de previsibilidade do comportamento dos terrenos, possibilitando o estudo de soluções para os problemas decorrentes da ocupação do solo. Segundo Cerri (1990), as cartas geotécnicas devem mostrar a distribuição dos diferentes tipos de rochas, solos e suas propriedades geológico-geotécnicas, as formas de relevo e a dinâmica dos principais processos atuantes e o reflexo destes nas formas do uso e ocupação do solo. As cartas geotécnicas podem ser aplicadas no planejamento urbano e territorial, onde estariam as cartas de aptidão à urbanização, no qual é um produto cartográfico que traduz a capacidade dos terrenos de suportar os diferentes usos e práticas e para elaborá-la é necessário seguir o método de detalhamento progressivo (ver Figura 2). Podem ser aplicadas também para definir a suscetibilidade, riscos geológicos e processos do meio físico, onde será avaliada a suscetibilidade do terreno em relação aos processos erosivos, assoreamento, sismos, dinâmica costeira, expansão do solo e entre outras. Além da viabilidade à implementação de empreendimentos, onde será estudado correlacionando o tipo de solos e seus processos com o tipo de empreendimento. Assim, a geologia de engenharia irá classificar e avaliar todos os processos, quanto à limitação e potencialidade do meio físico e representar esses processos cartograficamente.

Figura 2 - Fluxograma com as etapas para a produção de cartas geotécnicas por meio do detalhamento progressivo.



Fonte: Adaptada de Zaine (2000).

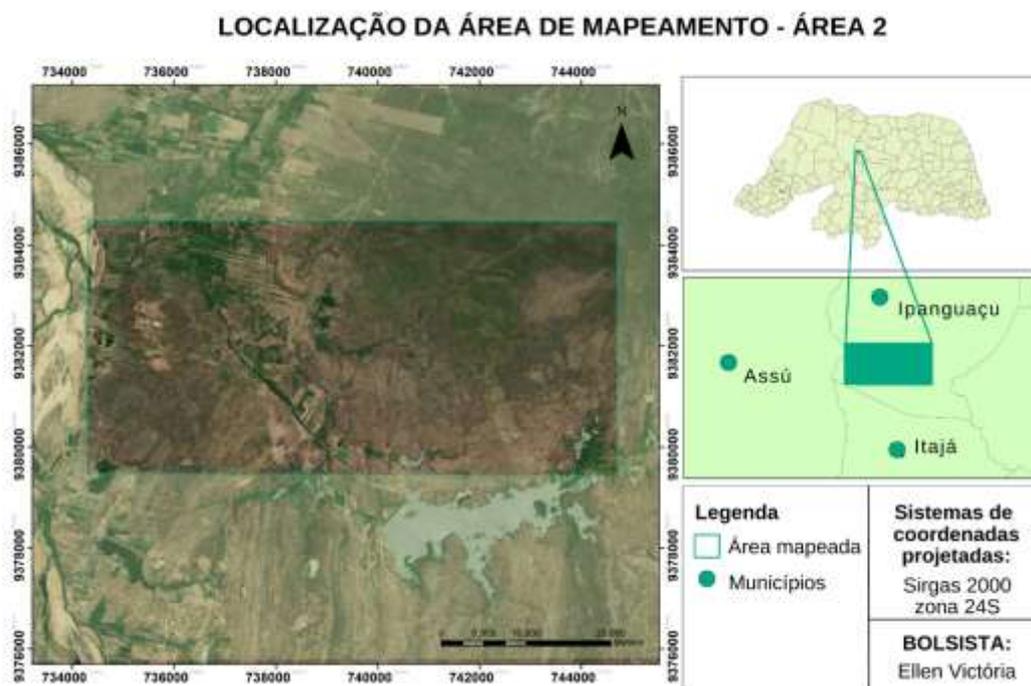
1.1.1 Carta de aptidão à urbanização

Essas cartas são produzidas através da análise feita durante o mapeamento, onde são analisadas as características e a integração de atributos do meio físico, dependendo assim das solicitações exigidas de cada área de estudo. As cartas de aptidão à urbanização são fundamentais para uma abordagem integrada dos diagnósticos dos eixos físico-ambiental, jurídico-legal e socioeconômico das áreas destinadas à expansão urbana. O resultado é representado cartograficamente, onde deve indicar as potencialidades e restrições das zonas no qual engloba o estudo.

2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo está localizada a leste do Rio Piranhas-Açu, abrangendo as comunidades do Cuó e Pataxós no Município de Ipanguaçu no Estado do Rio Grande do Norte (ver Figura 3). A área está a cerca de 190 km de distância da capital Natal e o acesso para a área, a partir de Natal, ocorre pela BR-304 no sentido oeste e posteriormente na RN-118 em direção à cidade de Ipanguaçu, a qual é a principal via de acesso à área.

Figura 3 - Mapa de localização da área mapeada durante a atividade de campo, localizada no Município de Ipanguaçu/RN.



Fonte: Produção do autor.

3 METODOLOGIA E MATERIAIS DE TRABALHO

3.1 Etapas do mapeamento geológico

3.1.1 Pré-campo

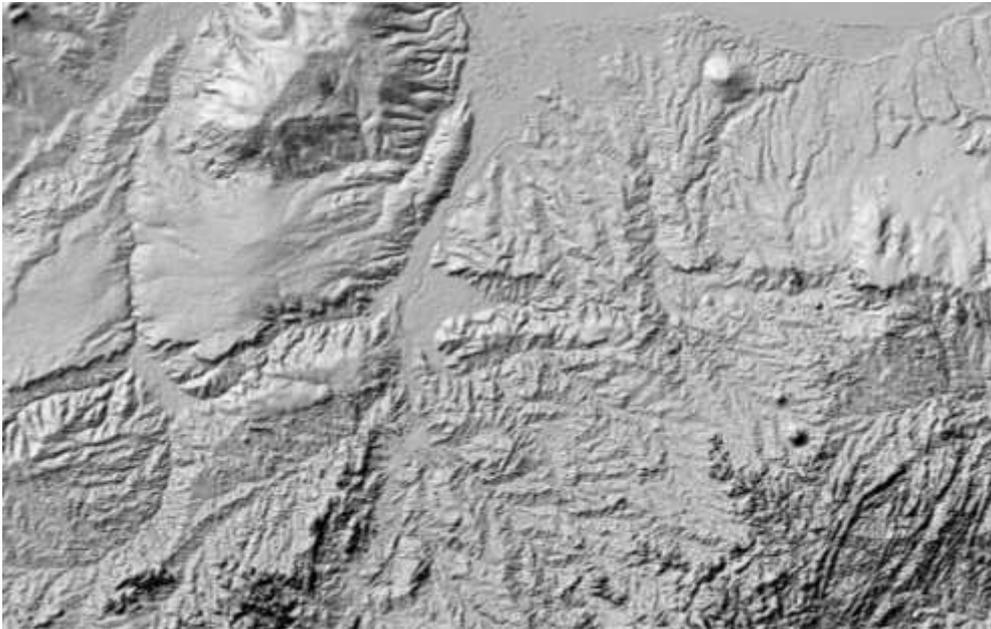
Na etapa pré-campo foram feitas pesquisas bibliográficas, análises de dados, interpretações de imagens de satélite, levantamento de base de dados, elaboração de mapas e o planejamento da atividade de campo. O alvo metodológico da primeira etapa foi o levantamento bibliográfico da área de estudo e o levantamento de dados cartográficos, sendo eles: imagens RGB (ver Figura 4) e SRTM (Shuttle Radas Topography Mission) (ver Figura 5), shapefiles da área de estudo em KML e KMZ (Keyhole Markup Language). Esses dados foram utilizados para a confecção dos mapas fundamentais para a realização da etapa de campo, como o mapa base que apresenta dados como a topografia, drenagens principais, estradas e comunidades (ver Figura 6). Também foram confeccionados, mapa hipsométrico, mapa de zonas homólogas e de fotolineações.

Figura 4 - Imagens RGB tratada e cedida pelo professor da disciplina Michael Vandesteem, utilizadas na interpretação de dados e confecção de mapas da área mapeada.



Fonte: Michael Vandesteem (2021).

Figura 5 - Imagens SRTM retiradas do site do Serviço Geológico Americano (USGS), que foram utilizadas na interpretação de dados e confecção de mapas da área mapeada.

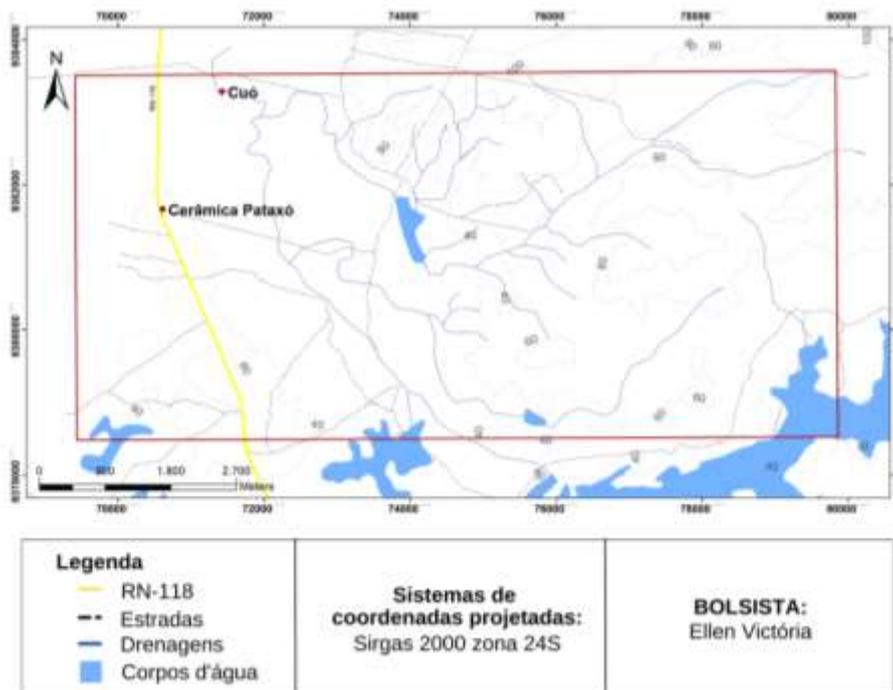


Fonte: USGS.

3.1.2 Campo

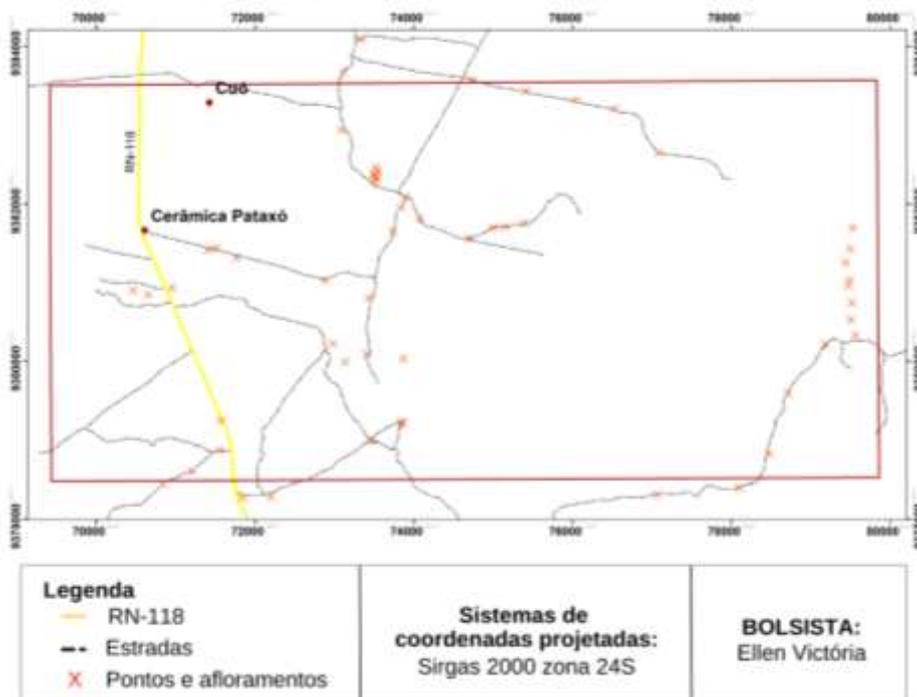
A etapa de campo corresponde ao mapeamento propriamente dito, onde foi mapeado a litoestratigrafia da área. Foram utilizadas algumas ferramentas como por exemplo: Ácido clorídrico (diluído a 10%), bússola do tipo Brutton, Lupa, Canivete, Martelo, GPS Garmin eTrex 10 e mapas produzidos na etapa anterior. Foram utilizados também aplicativos para navegação e gerenciamento dos pontos, como o Avenza Maps, GPS Essentials, Google Maps e Google Earth, que auxiliaram na produção do mapa de pontos (ver Figura 7).

Figura 6 - Mapa base da área mapeada durante a atividade de campo.



Fonte: Produção do autor.

Figura 7 - Mapa de pontos e das vias de acesso. Onde os pontos foram coletados durante a atividade campo pelo aplicativo Avenza Maps.



Fonte: Produção do autor.

3.1.3 Pós-campo

Nesta etapa tem-se a confecção do relatório baseado nos registros das anotações feitas durante o campo. Ainda nesta etapa foram produzidos blocos diagramas, representações esquemáticas e o mapa geológico que apresenta as litologias e os contatos das mesmas.

3.2 Etapas iniciais do mapeamento geotécnico

3.2.1 Modelo inicial do orientador

É a etapa que irá definir a unidade de análise e a unidade morfodinâmica de interesse do projeto, sendo assim feito a partir de trabalhos de campo. A qual vai haver o reconhecimento inicial da área, a avaliação da infraestrutura existente e quais as condições de acesso, fazer o reconhecimento do meio físico e identificar os processos geohidrodinâmicos já deflagrados e/ou recorrentes. Importante esse estudo de zonas homólogas para auxiliar durante a investigação de características de interesse. O produto síntese deve consistir na compartimentação dessas unidades homogêneas, onde serão definidas de acordo com a probabilidade de ocorrência dos processos norteadores do estudo, na definição de classes de uso e da ocupação do solo quanto à aptidão, restrição ou inadequação. Com esses dados já poderá ser confeccionado um esboço fisiográfico primário dos terrenos, produzido a partir do ponto de vista de seu uso e resultando assim uma compartimentação inicial ante os problemas e recursos esperados. E a apresentação dos resultados deve ser em linguagem acessível ao gestor público.

3.2.2 Inventário de dados e organização das informações

Nessa etapa será coletado e organizado todos os dados já disponibilizados sobre a área para auxiliar nas outras etapas. Os dados que possuem informações básicas mínimas que são importantes para compor o projeto são:

- Fotografias aéreas, ortofotos e imagens orbitais com resolução compatível com a escala de trabalho;
- Base topográfica com hidrografia e vias de acessos principais e secundários;
- Mapa geológico na maior escala possível;

3.2.3 – Interpretação dos dados e geração de produtos cartográficos derivados

Os dados coletados e organizados na etapa anterior são utilizados para gerarem outras bases cartográficas oriundas da interpretação de imagens, dados e de alguns trabalhos complementares, a fim de validar as informações já obtidas. Os produtos gerados nessa etapa, as quais auxiliam na interpretação dos dados, são:

- Representação das bacias de contribuição;
- Mapa geomorfológico preliminar (unidades morfodinâmicas);
- Mapa litoestrutural em escala compatível (1:25.000);
- Mapa de materiais inconsolidados;
- Mapa de inventário de cicatrizes de deslizamento;
- Inventário de áreas com histórico de atingimento por processos hidrológicos.

4 RESULTADOS

4.1 Litoestratigrafia da área mapeada

Durante a atividade de campo, foram identificadas rochas do embasamento cristalino, os quais pertencem ao Complexo Caicó, abrangendo granitóides brasileiros, gnaisses (ver Figura 8), augen gnaisses, migmatitos e milonitos. Foram observados também basaltos do Magmatismo Serra do Cuó (ver Figura 8) que soergueram os arenitos da Formação Açú (ver Figura 9) e foi possível inferir o contato de ambos na Serra do Luzeiro, localizada no município de Ipanguaçu/RN, devido à presença de rochas vulcânicas na base da serra e de arenitos no topo. Além disso, foram mapeados também depósitos fluviais recentes (ver Figura 9) que estão relacionados com o Rio Piranhas-Açu, a qual está a oeste da área de estudo.

Figura 8 - Bloco “in situ” de gnaiss ultramilonitizado com veios de pegmatito do Complexo Caicó e bloco rolado de basalto do Magmatismo Serra do Cuó.



Fonte: Autoria própria.

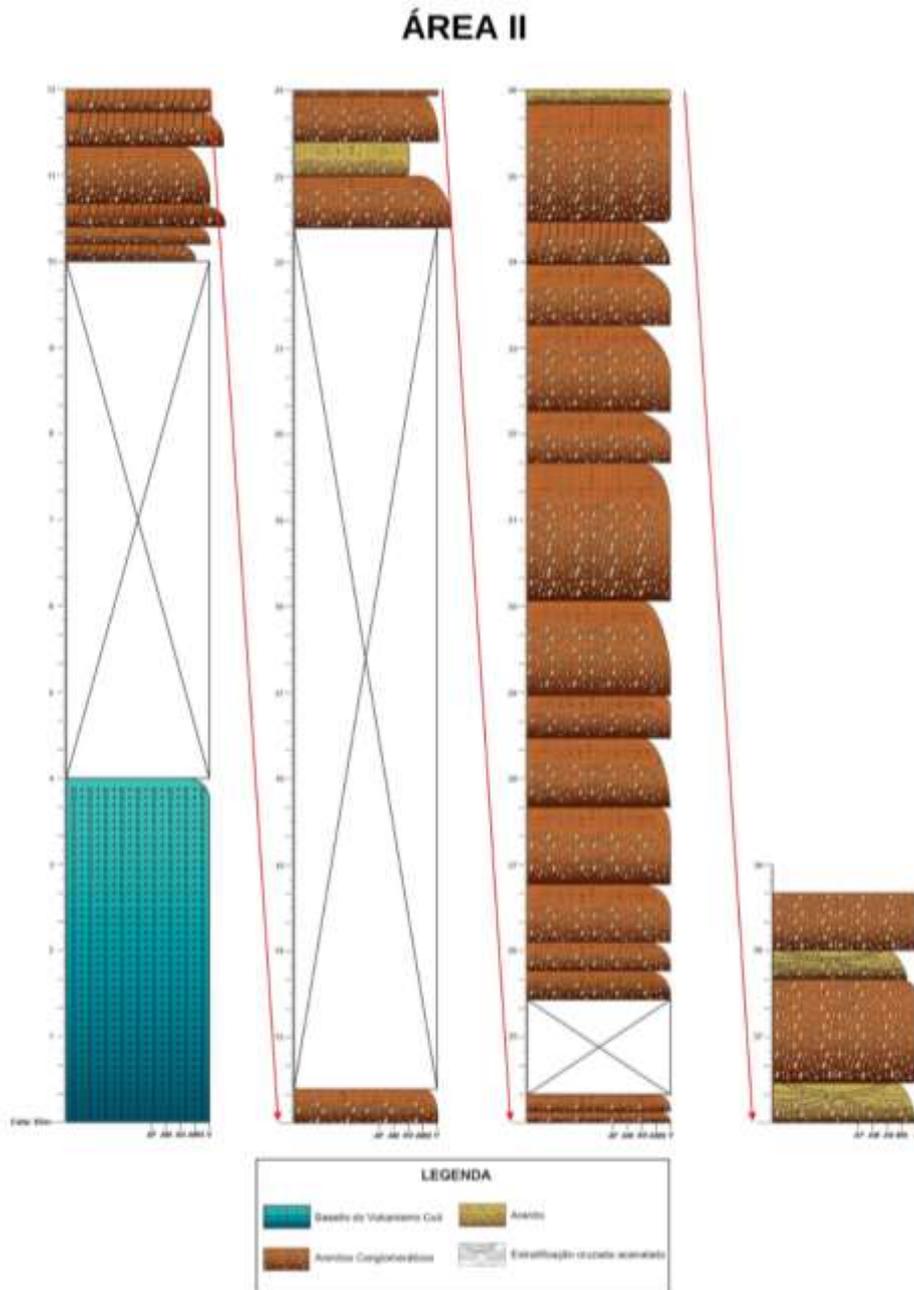
Figura 9 - Arenito da Fm. Açú com estratificação cruzada e solo de coloração avermelhada com blocos rolados característicos de depósitos fluviais recentes.



Fonte: Autoria própria.

A Formação Açú recobre a parte NE da área de estudo. Durante o mapeamento foi feita uma seção colunar da Serra do Luzeiro, localizada na comunidade do Luzeiro em Ipanguaçu/RN, onde foi possível descrever, medir e representar graficamente cada camada sedimentar (ver Figura 10) Nesse ponto foi possível inferir o contato da Formação Açú com o vulcanismo Serra do Cuó, o qual o derrame vulcânico soergueu os arenitos da Formação Açú.

Figura 10 - Seção colunar de Arenitos com níveis conglomeráticos da Formação Açú, Ipanguaçu/RN.

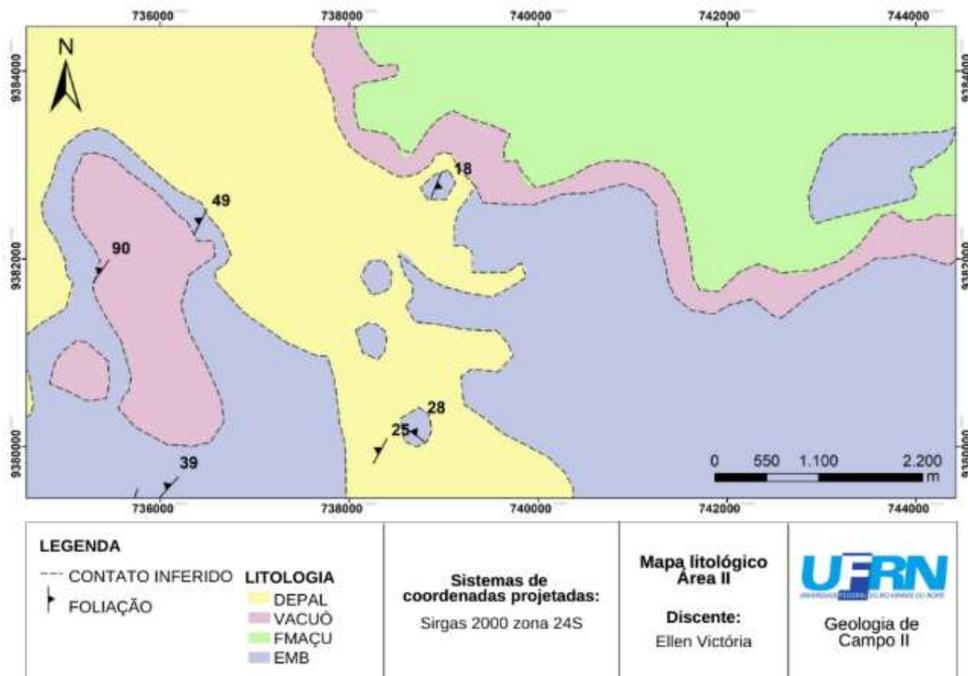


Fonte: Autoria própria.

4.2 Mapa Geológico

Com todos os dados coletados nas etapas de pré-campo e pós-campo, foi possível inferir contatos entre as litologias devido à disponibilidade de rochas em locais próximos, a qual confirmava a diferença de cor presente nas imagens RGB. Assim, os dados coletados em campo e as imagens de satélites analisadas na etapa de pré-campo, auxiliaram na produção do mapa geológico da área de estudo (ver Figura 11).

Figura 11 - Mapa geológico da área mapeada, apresentando as seguintes litologias: DEPAL- Depósitos aluvionares; EMB- Embasamento Cristalino; FMAÇU- Formação Açu; e VCUÓ- Vulcanismo Serra do Cuó.

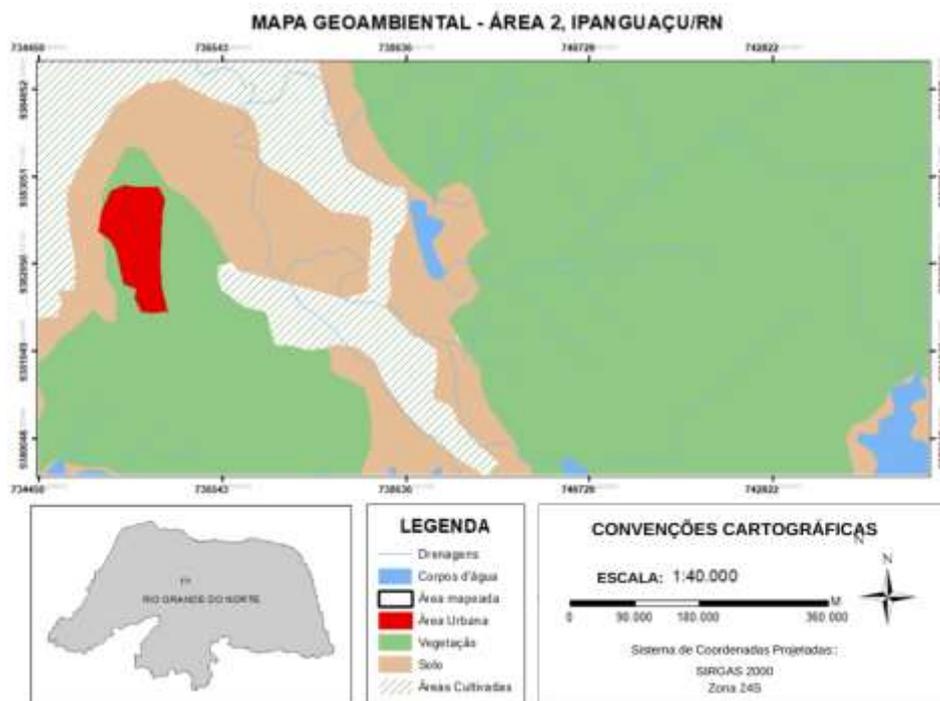


Fonte: Produção do autor.

4.3 Mapa Geoambiental

Com a compilação de todos os dados coletados em campo e os mapas produzidos, foi possível juntamente com dados retirados do Serviço Geológico Brasileiro – CPRM, confeccionar um mapa geoambiental (ver Figura 12). Esse mapa tem a finalidade de auxiliar na definição de ocupação e a fragilidade frente ao uso dos terrenos. O solo presente na área possui textura arenosa, podendo ser denominado de latossolo. Esse solo é oriundo dos depósitos aluvionares que são compostos de areia e cascalhos com intercalações pelíticas, associados aos sistemas fluviais atuais. A vegetação presente na área pode ser de duas associações bem características: os carnaubais e a caatinga, apresentando assim cactáceas, xiquexique, coroa-de-frade, entre outras plantas características dessas associações.

Figura 12 - Mapa geoambiental da área mapeada.



Fonte: Produção do autor.

5 CONCLUSÕES

A disciplina tem como finalidade mapear áreas de terrenos sedimentares e confeccionar um mapa geológico da área de estudo. A área mapeada está localizada na cidade de Ipanguaçu, a leste de Assu no estado do Rio Grande do Norte, dentro do domínio das rochas sedimentares da Bacia Potiguar. Além do mapeamento, que envolve descrição de afloramentos, o trabalho envolveu análise de imagens de satélite, produção de mapas e elaboração de coluna estratigráfica, resultando assim na definição de fácies sedimentares e auxiliando na elaboração do mapa geológico traçando os contatos entre as litologias presentes. As etapas seguidas no decorrer da disciplina correspondem às etapas iniciais de um trabalho geotécnico, a qual se utiliza de ferramentas idênticas para a produção da carta geotécnica. Onde são coletadas informações que auxiliam na delimitação da área de estudo e que através das interpretações de imagens de satélite é possível verificar as condições da área e fazer o reconhecimento do meio físico, auxiliando assim a etapa de campo que ocorre posteriormente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, L. A. **Introdução à identificação de sistemas**: técnicas lineares não-lineares aplicadas a sistemas reais. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000. 3
- Macau- SB.24-X-D-II, escala 1:100.000: nota explicativa.**/ Francisco Hilário Rego Bezerra, Ricardo Farias do Amaral, Francisco Oliveira da Silva, Maria Osvalneide Lucena Sousa, Vanildo Pereira da Fonseca, Marcela Marques Vieira.- Rio Grande do Norte: UFRN /CPRM, 2007.
- CPRM.GOV.BR. GEOLOGIA - CPRM.** Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/plgb/iguatu/iguatu_geologia.pdf. Acesso em: 26 jan. 2022.
- REPOSITARIO.UFRN.BR. **“Magmatismo granítico neoproterozoico no domínio rio piranhas-seridó: geologia e petrologia do stock serra da acauã.”** Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/26275/1/Magmatismogran%C3%ADticoneoproterozoico_Silva_2018.pdf. Acesso em: 26 jan. 2022.
- REPOSITARIO.UFRN.BR. **“Mineralogia de amígdalas de basaltos toleíticos mesozoicos do extremo norte da província borborema, ne do Brasil.”** Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/31689/1/Mineralogiaamigdalasbasaltos_Araujo_2020.pdf. Acesso em: 26 jan. 2022.
- REPOSITARIO.UNESP.BR. **“Caracterização estratigráfica e faciológico-diagenética da formação açu/unidade açu-4, mesocenomaniano-eoturoniano da bacia potiguar.”** Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/190876>>. Acesso em: 27 jan. 2022. LUIZ ALBERTO DE AQUINO ANGELIM (ORG.). “Geologia e recursos minerais do estado do rio grande do norte: texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do estado do rio grande do norte escala 1:500.00”. Recife, 2006.
- CERRI, L.E.S., AKIOSSI, A., AUGUSTO FILHO, O., ZAINE, J.E. (1996). **“Cartas e mapas geotécnicos de áreas urbanas: reflexões sobre as escalas de trabalho e proposta de elaboração com o emprego do método de detalhamento progressivo.”** In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 8, 1996, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABGE, 2: 537-548.
- ZAINE, J.E. (2000). **“Mapeamento geológico-geotécnico por meio do método do detalhamento progressivo: ensaio de aplicação na área urbana do município de Rio Claro (SP).”** Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. 149 p.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Ipangaçu, estado do Rio Grande do Norte/** Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Saulo de Tarso Monteiro Pires, Dunaldson Eliezer Guedes Alcoforado da Rocha, Valdecílio Galvão Duarte de Carvalho. Recife: CPRM/PRODEEM,2005.

