



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

PROPOSTA DE PROJETO PARA RELATÓRIO DE GRADUAÇÃO

Mapeamento geológico e as águas subterrâneas em São João do Jaguaribe – Ceará.

**ORIENTANDOS:
ANTONIO FLAVIO COSTA PINHEIRO
EMMANUEL ARRUDA PINHO**

**ORIENTADOR: PROF. DR. OTACIEL DE OLIVEIRA MELO
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. ITABARACI NAZARENO CAVALCANTE**

Fortaleza, Outubro/2013

**Universidade Federal do Ceará
Centro de Ciências
Departamento de Geologia**

**Mapeamento geológico e as água
subterrâneas em São João do
Jaguaribe – Ceará.**

**Antônio Flávio Costa Pinheiro
Emmanuel Arruda Pinho**

**ORIENTADOR: PROF. DR. OTACIEL DE OLIVEIRA MELO
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. ITABARACI NAZARENO CAVALCANTE**

Projeto de Relatório de Graduação
apresentado ao Departamento de Geologia
da Universidade Federal do Ceará.

Fortaleza, Outubro/2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P718m Pinheiro, Antonio Flavio Costa.

Mapeamento geológico e as águas subterrâneas em São João do Jaguaribe - Ceará /
Antonio Flavio Costa Pinheiro, Emmanuel Arruda Pinho. – 2013.
35 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro
de Ciências, Curso de Geologia, Fortaleza, 2013.

Orientação: Prof. Dr. Otaciel de Oliveira Melo.

Coorientação: Prof. Dr. Itabaraci Nazareno Cavalcante.

1. Águas subterrâneas. 2. Mapeamento geológico. 3. Geologia. I. Pinho, Emmanuel
Arruda. II. Título.

CDD 551

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Coordenadas em UTM da área mapeada	5
Quadro 2: Cronograma de execução do projeto de relatório de graduação....	30

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Orçamento previsto para o relatório de graduação	31
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Município São João do Jaguaribe	6
Figura 2: Localização da área a ser estudada	7
Figura 3: Esboço Geomorfológico do Estado do Ceará	21
Figura 4: Reconstrução Esquemática do Gondwana.	24
Figura 5: Divisão Tectônica da Província da Borborema.	25
Figura 6: Mapa Geológico da área do projeto.	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 OBJETO E PROBLEMATIZAÇÃO	9
2.1 OBJETIVOS	11
2.1.1 Geral.....	11
2.1.2 Específicos	11
3 MATERIAIS E MÉTODOS	13
4 ASPECTOS GEOAMBIENTAIS	17
4.1 CLIMA	18
4.2 SOLOS	19
4.3 VEGETAÇÃO	20
4.4 GEOMORFOLOGIA	20
4.5 HIDROGRAFIA	22
5 CONTEXTUALIZANDO A REGIONAL.....	24
5.1 DOMÍNIOS RIO GRANDE DO NORTE	26
6 PRODUTOS	29
7 CRONOGRAMA, ORÇAMENTO E PARTICIPANTES	30
7.1 CRONOGRAMA	30
7.2 ORÇAMENTO PREVISTO	31
7.3 PARTICIPANTES	31
7.4 ÓRGÃO FINANCIADOR	31
BIBLIOGRAFIA	32
ASSINATURA DOS EXECUTORES	36

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa de campo e a consequente produção monográfica a serem desenvolvidas visam contribuir com um mapeamento geológico de semidetalhe, na Escala 1 : 20.000, além de buscar efetivar um estudo quantitativo e qualitativo das águas subterrâneas na interface com o uso e ocupação do solo.

O município São João do Jaguaribe-CE, onde a área a ser pesquisada está inserida, fica na Bacia do Médio Jaguaribe, porção Nordeste do Estado do Ceará. Limita-se a Norte com Limoeiro do Norte, Tabuleiro do Norte e Morada Nova; a Sul com Alto Santo; a Leste com Tabuleiro do Norte; a Oeste com Morada Nova. (Figura 1). Apresenta altitude média de 51 m e distancia-se 172 km da capital Fortaleza. Pertence a Carta Topográfica de Limoeiro do Norte SB.24-X-C-II. (IPECE, 2010; FEITOSA & BENVENUTI, 1998).

O acesso principal ao município, tendo como base Fortaleza, é feito através da rodovia BR-116 até Peixe Gordo, distrito do município Tabuleiro do Norte. Daí segue-se pela rodovia CE-377, cerca de 10 km, até chegar à sede municipal. (Figura 2).

A área objeto de estudo tem 120 km², abrangendo da sede para Sul do município e tem a forma de um retângulo cujos vértices estão destacados no Quadro 1.

VÉRTICES	COORDENADAS UTM	
1	575449 E	9417700 S
2	585000 E	9417700 S
3	585000 E	9405000 S
4	575449 E	9405000 S

Quadro 1: Coordenadas em UTM da área mapeada.



Figura 1: Município São João do Jaguaribe. (Fonte: IPECE, 2010)

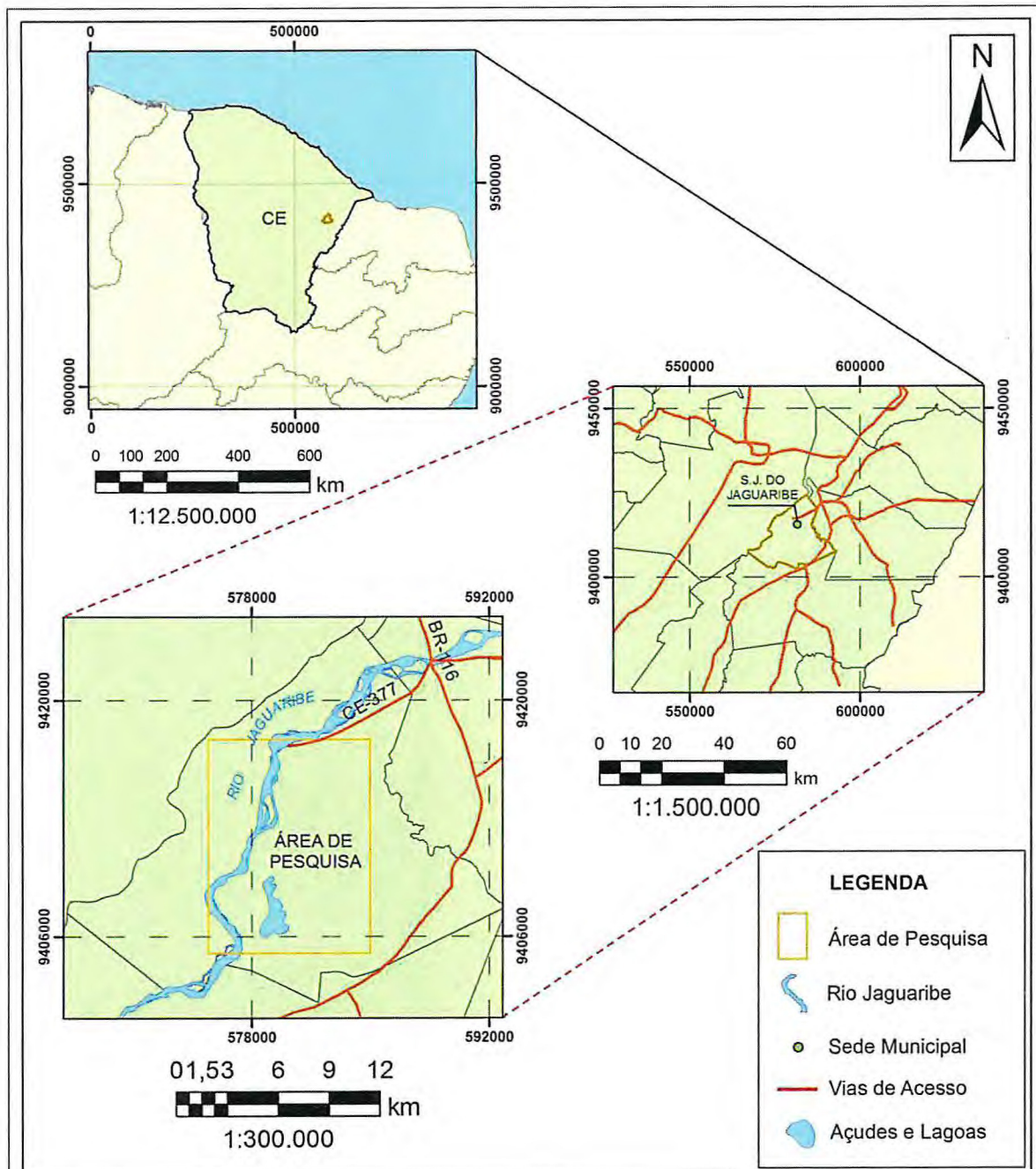


Figura 2: Localização da área a ser estudada

O aspecto quantitativo terá como base a catalogação dos poços, a partir dos dados já existentes na Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), Sistema de Informação de Águas Subterrâneas (SIAGAS) e os ainda não sistematizados, conforme dados e informações a serem obtidas em campo.

A pesquisa qualitativa é fundamental para o entendimento das águas subterrâneas como um fenômeno social, pois a água é uma necessidade básica para as comunidades e para produção econômica de subsistência e/ou comercial.

O observador não é apenas um expectador do objeto de estudo, mas deve considerá-lo no contexto geoambiental e social. Esse tipo de observação será adequado para os estudos a serem desenvolvidos, essencialmente no que concerne ao uso e ocupação do solo.

O desenvolvimento da pesquisa terá como base toda uma revisão de literatura e um pré-reconhecimento da área objeto de estudo através de análises de imagens de satélites, além da investigação *in situ*.

No mapeamento geológico será priorizada a pesquisa qualitativa, onde será feita uma abordagem da geologia regional e estudos mais específicos da geologia local, quando os afloramentos serão analisados considerando a mineralogia, litologia, estrutura, gênese e identificação dos contatos litológicos.

A pesquisa resultará num relatório acompanhado de seus mapas específicos.



2 OBJETO E PROBLEMATIZAÇÃO

Eu pensava ter dado um grande passo para frente, mas percebo que, na verdade, apenas ensaiei os tímidos e primeiros passos de uma longa caminhada.

Paulo Freire, 1996

É indiscutível que uma pesquisa bem desenvolvida se constitui numa estratégia inigualável quando se almeja a produção do conhecimento, que deve se realizar na práxis, ou seja, quando teoria e prática caminham juntas. Assim, a revisão de literatura e a pesquisa *in situ* serão de fundamental importância para exercício concreto dos fundamentos teóricos e a intervenção prática no contexto geológico problematizado, além de fomentar os questionamentos e reflexões para o mapeamento geológico e para compreensão da relação entre o uso e ocupação do solo com a qualidade das águas subterrâneas.

A área está inserida no Domínio Litotectônico Rio Grande do Norte (DRGN) que é definido, consoante Brito Neves (1983), como um segmento litosférico, localizado a Norte do Lineamento Patos (LP) e a Leste da Zona de Cisalhamento Senador Pompeu (ZCSP), formado pela colagem e amalgamento de fragmentos crustais, envolvendo núcleos arqueanos, blocos gnáissicos migmatíticos de idade paleoproterozóica e sequências supracrustais paleo a neoproterozóicas, durante a Orogênese Brasileira.

Analisando Cavalcante *et al* (2003), a geologia regional abrange terrenos do Subdomínio Jaguaribetano, com a presença de depósitos aluviais, Supersuíte Granitóide Tardi a Pós-orogênico Indiferenciada, Suíte Granitóide Serra do Deserto, Formação Açú do Grupo Apodi, Formação Faceira do Grupo Barreiras e a predominância do Complexo Jaguaretama.

Não foi encontrada na literatura consultada nenhuma referência de mapeamento geológico de semidetalhe, existindo apenas informações em escala regional, com destaque para Cavalcante *et al*.

O mapeamento na escala de semidetalhe (1 : 20.000) envolverá a compreensão básica da complexidade das litologias ígnea, metamórfica, sedimentar,

(ou 1:25.000 ?)

considerando gênese, estrutura, textura, ambiente de formação, mineralogia e, enfim, toda uma história do contexto geológico.

Na área distinguem-se dois domínios hidrogeológicos: rochas cristalinas (ígneas e metamórficas) e os terrenos aluvionares. O baixo potencial hidrogeológico para as rochas ígneas e metamórficas não diminui a importância como alternativa hídrica. Os depósitos aluvionares apresentam terrenos arenoargilosos que margeiam riachos e rios, como o Jaguaribe, e apresentam alta permeabilidade, produzindo vazões mais significativas.

No que concerne ao uso e ocupação do solo, consoante IPECE (2010), na zona rural a atividade econômica reside no artesanato, na mineração e na predominância da agropecuária.

Na agricultura destacam-se as culturas de subsistência de milho, feijão, mandioca, algodão, cana de açúcar e frutas diversas. A pecuária é extensiva com a dominância de bovinos, ovinos, suínos e aves. O extrativismo vegetal sobressai na fabricação de carvão, na extração de madeiras diversas para lenha e construção de cercas, bem como o extrativismo do fruto da oiticica e da palha da carnaúba. No artesanato destacam-se a produção de redes e de bordados. A mineração se restringe na extração de argila para produção de tijolos e telhas.

A inexistência de uma práxis agroecológica e uma visão econômica voltada para o produtivismo na agropecuária favoreceram o processo de desmatamento no município, o que provocou um desequilíbrio na cadeia alimentar proliferando as chamadas pragas com a ação de insetos, lagartas e fungos nas plantações.

A realidade agropecuária associada aos incentivos dos pacotes tecnológicos, advogados pela chamada Revolução Verde, voltados para o consumo de equipamentos, adubos químicos e de agrotóxicos, principalmente a partir da década de 1970, pode ter influenciado na contaminação das águas subterrâneas.

A importância das águas subterrâneas se destaca por seus aspectos qualitativos e vantagens em relação às águas superficiais, pois são filtradas e purificadas naturalmente dispensando tratamento prévio, não ocupam espaço em superfície, recebem menor influência da dinâmica climática, além de exigir custos menores para captação. Essa importância é potencializada não só pelo modo de armazenamento, mas também pelo potencial qualitativo, e pela oferta satisfatória em relação à demanda. É fundamental, também, não só no aspecto econômico como na



sustentabilidade ambiental e social. Na zona rural, contudo, a produção agropecuária, com o consumo de agrotóxicos e de fertilizantes químicos, pode ter influenciado negativamente na qualidade das águas subterrâneas, potencializando riscos à saúde das comunidades locais.

O espaço urbano do município tem uma dinâmica econômica voltada para a atividade comercial. Vale questionar se a política de saneamento, no que concerne ao sistema de esgotos e o aterro sanitário, tem sido satisfatória ambientalmente ou se vem influenciando na contaminação e poluição das águas captadas pelos poços.

Diante da situação apresentada, além do mapeamento geológico que irá contribuir para um melhor entendimento da geologia local em escala de semidetalhe, torna-se imprescindível a realização de um estudo da qualidade das águas subterrâneas, buscando definir, essencialmente, os aspectos qualitativos das águas dos poços tubulares e amazonas, na perspectiva de propor intervenções para um melhor aproveitamento destes recursos.

Assim, diante do contexto apresentado, o projeto de pesquisa ora apresentado possui justificativa e relevância para o seu desenvolvimento.

2.1 OBJETIVOS

2.1.1 GERAL

Realizar o mapeamento geológico e estudar a qualidade das águas subterrâneas da área através de análises físico-químicas e bacteriológicas, na interface com uso e ocupação do solo.

2.1.2 ESPECÍFICOS

- Mapeamento geológico na escala 1 : 25.000, com reconhecimento macroscópico das unidades litoestratigráficas, aquisição das medidas estruturais como atitudes de foliação, lineação, plano de falhas e de fraturas;

- Sistematizar os poços tubulares e amazonas a partir dos dados da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), Sistema de Informação de Águas Subterrâneas (SIAGAS) e de informações obtidas *in situ*;
- Realizar análises físico-químicas e bacteriológicas das águas dos poços;
- Caracterizar a situação atual das obras de captação;
- Avaliação da relação entre uso e ocupação do solo e a qualidade das águas subterrâneas;
- Elaborar mapas de distribuição dos pontos d'água e Sólidos Totais Dissolvidos (STD);
- Produzir o relatório de Conclusão de Curso.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Métodos contêm sempre uma metafísica; inconscientemente, eles revelam conclusões que, frequentemente, afirmam ainda não conhecer.

Albert Camus, 1970

O método científico é o caminho da ciência para alcançar um objetivo, comportando processos mentais e modos gerais de se conduzir à trajetória teórico-metodológica da pesquisa. É de fundamental importância ao estabelecer relação entre a teoria e o objeto que se pretende analisar e explicar. Contudo, não deve ter um caráter absoluto, mas sim flexível.

O termo *método* vem do grego *methodos*, formado por *meta* (através de, por meio de) e por *hodos* (via, caminho). Chauí (2008:162) ressalta:

Usar um método é seguir regular e ordenadamente um caminho através do qual certa finalidade ou certo objetivo é alcançado. Na produção do conhecimento é o caminho que o pensamento segue por meio de um conjunto de regras e procedimentos racionais com três finalidades básicas: conduzir à descoberta de uma verdade até então desconhecida; permitir a demonstração e a prova de uma verdade já conhecida; permitir a verificação de conhecimentos para averiguar se são ou não são verdadeiros. O método é, portanto, um instrumento racional para produzir, demonstrar ou verificar conhecimentos.

A metodologia diz respeito às regras estabelecidas para o método científico, ou seja, está ligada a práticas e técnicas usadas para reunir, processar, manipular e interpretar informações. Constitui o planejamento racional, organizado e analítico de conduzir a pesquisa, articulando o método, as estratégias e os procedimentos (técnicas e instrumentos). Então, é o caminho e o instrumental necessários para problematização da realidade. .

No primeiro momento da produção do conhecimento se tem os questionamentos e a elaboração dos procedimentos na busca das respostas possíveis. Assim, defendem-se os objetivos e como chegar lá. Conforme a

abrangência do método utilizado, um objeto de estudo pode ser visto nos limites de uma especificidade ou numa apreensão de totalidade.

Os procedimentos técnicos operacionais consistem num conjunto de etapas de campo e gabinete, que representam instrumentos fundamentais na elaboração da pesquisa.

Além da coleta bibliográfica será efetivado trabalho de campo como descrição e análise macroscópica dos afloramentos geológicos, coleta de amostras dos litotipos, descrição das condições dos poços amazonas e tubulares, coleta de água dos poços. Os estudos laboratoriais consistirão na descrição de lâminas e análises química e bacteriológica das águas dos poços.

Entre os procedimentos básicos a serem efetivados em campo destacam-se:

- | | |
|--|--|
| ➤ Localização: GPS (DATUM SIRGAS 2000) | ➤ Descrição de Mineralogia |
| ➤ Croquis: desenho de afloramento | ➤ Fotos |
| ➤ Seção colunar | ➤ Filmagens |
| ➤ Atitudes: bússola | ➤ Coleta de amostras de águas subterrâneas (Média de 20 amostras). |
| ➤ Descrição das estruturas | |

No que concerne aos materiais fundamentais a serem utilizados destacam-se:

- | | |
|--|---------------------------------|
| ❖ Caderneta de campo, lápis, borracha, caneta esferográfica, escalímetro, trena, sacos plásticos, fita adesiva, etc. | ❖ Mapas (Geológico e de Acesso) |
| ❖ Prancheta | ❖ Lupa de Bolso (20X) |
| ❖ Bússola Brunton | ❖ Marreta |
| ❖ Martelo geológico | ❖ Ácido clorídrico |
| ❖ Perneira, luvas e protetor solar | ❖ Máquina fotográfica |
| | ❖ Filmadora Sony |
| | ❖ Garrafa térmica (20L) |

Um posicionamento crítico em relação ao objeto de estudo será priorizado, a fim de que a investigação possa acontecer dentro do pressuposto da cientificidade.

No desenvolvimento da pesquisa em campo a opção será pela abordagem sistêmica procurando ver as relações entre os diversos aspectos geológicos e as relações entre os aspectos qualitativos dos poços tubulares e amazonas com o uso e ocupação do solo.

O referencial teórico é determinante para a construção da pesquisa *in situ* e produção intelectual, considerando os aspectos geotectônico, mineralógico, estrutural, litológico, geoambientais e os aspectos qualitativos das águas dos poços cadastrados na interface com o uso e ocupação do solo. Assim, para a escolha do referencial teórico, será de fundamental importância uma reflexão sobre o processo de produção do saber, pois o conhecimento é resultante da dinâmica cognitiva ocorrente na contínua interação sujeito-objeto.

Na revisão de literatura, no trabalho de campo, no processamento dos dados e na produção escrita será levado em conta que o conhecimento não é pré-determinado e definitivo, mas sim histórico, ou seja, dinâmico.

Como o objeto de estudo será problematizado e compreendido na sua totalidade se procurará não reproduzir formatos já estabelecidos de produção textual, fugindo, então, do repetitivo, do simplismo, da fragmentação. Será valorizada a visão sistêmica, holística, trabalhando os dados da pesquisa em todo o relatório, sem desconsiderar as particularidades e as inter-relações de cada afloramento e de cada poço problematizado.

No planejamento operacional de pré-campo, além do levantamento bibliográfico, será efetivada uma revisão de literatura, análise de imagens e produção cartográfica.

A base teórica consistirá na leitura de obras como Sgarbi (2012), Wernick (2004), Silva (2004), Almeida (2003), Feitosa & Filho (2000), Almeida (1999), Cavalcante (1998), Scudino (1997), Souza (1998), Arthaud, (2007), Cavalcante (1983), Gaspary *et al* (1967), entre outras. Deverão ser estudados também dados e mapas temáticos de órgãos públicos como da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais (CPRM), Sistema de Informação de Águas Subterrâneas (SIAGAS), Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) e Instituto de Pesquisa do Ceará (IPECE).



Nas etapas de campo serão feitas descrições dos litotipos, relação de contatos e de elementos estruturais, determinação de atitudes e coletas de amostras para análises petrográficas macroscópicas e microscópicas. No estudo dos poços será realizada avaliação das condições técnicas, cadastramento de poços, coleta de amostras de água subterrânea para análises físico-químicas e bacteriológicas em laboratório especializado. *financiamento*

A caracterização geoambiental será feita de maneira sistêmica, considerando os aspectos como geologia, geomorfologia, solo, vegetação, clima e hidrografia.

Na relação entre o uso do solo com a água dos poços serão considerados os fatores potencializadores de vulnerabilidades como disposição de resíduos sólidos, consumo de agrotóxicos, localização do lixão municipal.

Na etapa final, a partir das análises de laboratório e de discussões com os professores orientadores, os dados serão processados, integrados e interpretados. A integração, uniformização e tratamento preliminares de dados culminarão na elaboração de mapas temáticos como mapa geológico, mapa de pontos das litologias, mapa de pontos de água. Isso resultará na produção do relatório final e na defesa da pesquisa em público.

4 ASPECTOS GEOAMBIENTAIS

Na evolução natural do ambiente, os diversos elementos que o compõem exercem influências recíprocas, significando que existe uma dinâmica sistêmica entre esses elementos que se combinam e interagem de várias maneiras, o que permite a formação de cenários diferenciados que podem ser definidos como Unidades Geoambientais, delimitadas e compreendidas de acordo com as características geológicas, pedológicas, geomorfológicas, condições climáticas, hidrografia, formações vegetais, além das potencialidades econômicas e limitações de uso e ocupação. São diferenciadas, mas mantêm interconexões através de trocas de matéria e energia. Contudo, o uso e ocupação do solo de maneira inadequada, produzem alterações que podem afetar a evolução de uma Unidade Geoambiental.

Na área estudada dominam as seguintes Unidades Geoambientais: Depressões Sertanejas e Planícies Fluviais. (SOUZA, 1998).

As Depressões Sertanejas representam a Unidade Geoambiental mais extensa da área a ser estudada. Elas se desenvolvem, predominantemente, em rochas cristalinas, em condições climáticas de semiaridez, o que determina a dominação do intemperismo físico, determinando na constituição de amplas superfícies de aplainamento. No contexto dessa unidade podem ser encontrados maciços residuais que são elevações isoladas ou conjunto de elevações que se encontram dispersas pelas depressões sertanejas. São constituídas por rochas do embasamento cristalino como gnaisses, granitos, quartzitos e migmatitos. A vegetação é a caatinga e predominam os solos rasos a pouco profundos. Na economia domina a pecuária extensiva, a agricultura de subsistência e extrativismo vegetal. É considerado um ambiente instável ou moderadamente estável.

As Planícies Fluviais representam ambientes de formação aluvial que exibem características influenciadas pela presença e dinâmica das águas correntes, que transportam e depositam sedimentos de diversos tamanhos e composição como argila, silte, areia e material orgânico, ao longo de suas margens. Possuem formação geológica recente (Quaternário) e relevo plano. Os solos são basicamente Neossolo Flúvico, Vertissolo e Planossolo. Na vegetação ciliar se destacam a carnaúba, oiticica e formações herbáceas. A base da economia é agricultura de

subsistência, cultivos irrigados e extrativismo vegetal e de areia e argila. O ambiente é considerado moderadamente estável com tendência a instabilidade. (*op cit*).

O uso e ocupação do solo dessas unidades e seus problemas ambientais ocorrem sob diferentes formas, onde as atividades humana influenciam e são influenciadas pelas características e potencialidades de cada uma delas.

4.1 CLIMA

A análise das condições climáticas de uma área a ser estudada é de fundamental importância, pois o clima se reflete nas condições geomorfológicas, no regime da rede de drenagem, na gênese e no processo de desenvolvimento do solo e na cobertura vegetal. Além disso, as atividades humanas mantêm uma forte relação com o clima.

A dinâmica climática do Ceará está relacionada com a interação de diferentes sistemas de circulação atmosférica, com os demais fatores como geomorfologia e localização do Ceará na zona equatorial, favorecendo uma intensa insolação durante o ano todo.

O município está situado no contexto do perímetro das secas, apresentando o tipo climático Tropical Semiárido, caracterizado por alta temperatura (variando de 26°C a 28°C), pequena pluviosidade anual (de 600mm/ano a 750mm/ano), curto período chuvoso (de 3 a 4 meses), irregularidade das chuvas no tempo e no espaço e elevada evapotranspiração. (IPECE, 2010)

Essas características se refletem num intemperismo físico dominante, solos rasos ou pouco profundos, associados com afloramento de rochas, vegetação de caatinga em padrões fisionômicos variados e dominância de hidrografia com rios de drenagem intermitente. Contudo, as condições adversas de semiaridez foram amenizadas pela perenização do Rio Jaguaribe, depois da construção do açude Orós, no município homônimo, na década de 1950, e com a construção do açude Castanhão, no município de Jaguaribara, na década de 1990.

4.2 SOLOS

Os solos variam com as condições ambientais. Entre os tipos de solos da área a ser focada pela pesquisa destacam-se os Litossolos (Neossolos Litólicos), Argissolo Vermelho-Amarelo (Podzólico Vermelho-Amarelo) e Luvisolos (Brunos Não-Cálcicos), Vertissolo e Planossolo (Planossolo Solódico). (PRADO *et al*, 2010).

Os Neossolos Litólicos são rasos, pouco desenvolvidos, podendo ser encontrados nos terrenos do embasamento.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos são profundos, bem desenvolvidos. O horizonte B normalmente apresenta cores entre o vermelho amarelado a vermelho. Apresentam cores cinzentas ou claras e textura de média a grossa. Podem apresentar baixa ou alta fertilidade natural, dependendo das condições ambientais da área onde esses solos se originam.

Os Luvisolos apresentam-se pouco profundos a rasos com um horizonte A de coloração clara de pequena espessura sobre o horizonte B mais argiloso e de cores avermelhadas. Possuem alta fertilidade natural, elevada quantidade de minerais primários intemperizáveis, que se tornam fontes de nutrientes para a vegetação. Ocupam áreas de relevo suave e ondulado.

Os Vertissolos são pouco profundos a profundos, com a sequência de horizontes A e C pouco diferenciados, argilosos e muito argilosos. São de alto potencial agrícola, no entanto apresentam limitações relacionadas a condições físicas que dificultam o manejo e o desenvolvimento das raízes. Ocorrem em relevo plano e suave ondulado, ocupando pequenos espaços nas depressões sertanejas e áreas de várzeas.

Os Planossolos são pouco profundos a rasos. O horizonte A ou também o horizonte E, apresentam cores claras e textura arenosa. O horizonte B é mais argiloso e de baixa permeabilidade. Ocorrem nos terrenos de depressões sertanejas e de várzeas.

4.3 VEGETAÇÃO

A vegetação deve ser compreendida considerando na relação com os outros aspectos naturais com clima, solo e relevo. A vegetação depende principalmente do clima, essencialmente no que concerne a temperatura, pluviosidade e umidade da massa de ar. Na relação com o solo devem ser considerados a presença do material mineral e orgânico, a sua capacidade de retenção de água, a espessura e sua fertilidade.

A cobertura vegetal predominante é a caatinga xerófila. Apresenta variedades caducifólias e algumas perenifólias. Ressaltam-se a proeminência de variedades popularmente conhecidas como: jurema-preta e branca, catanduva, marmeleiro, mufunbo, aroeira, umburana, pau-branco, cumaru, mandacaru, umarizeira, oiticica, sabiá, cajazeira, pau d'arco, ingazeira etc. (MENDES, 2000)

A vegetação, em toda sua complexidade, depende basicamente da disponibilidade hídrica e da fertilidade do solo. O padrão fisionômico da caatinga é alterado pela mata ciliar, principalmente carnaúba. (SILVA *et al*, 2004)

O desmatamento, principalmente através das queimadas, tem reduzido a fauna, visto que há uma interdependência entre flora e fauna. Entre as espécies encontradas podemos destacar: preás, gato-maracajá, raposa, saguis, cassacos, tejos, pebas, camaleões, tatu, veado, tamanduá, nambu, gavião, asa-branca, carcará, juriti, rolinha, sabiá etc. (MENDES, 2000)

4.4 GEOMORFOLOGIA

O relevo compreende a diversidade de desnivelamentos que ocorrem na superfície da crosta terrestre, isto é, as formas de terrenos que compõem a paisagem.

O modelo de relevo reflete os fatores geológicos, climáticos e morfodinâmicos que se manifestam de maneira integrada, porém sem a mesma intensidade para todos.

O estado do Ceará tem características de relevo essencialmente determinadas por fatores geológicos-estruturais e climáticos. As influências



conjuntas desses fatores resultaram, consoante SOUSA (1998), na construção e modelagem de uma geomorfologia que se destaca por oito aspectos: Planícies Costeiras, Planícies Fluviais, Planícies Fluviomarinhas, Tabuleiros Costeiros, Planaltos Sedimentares (Araripe, Apodi, Ibiapaba), Maciços Residuais e Depressões Sertanejas. (Figura 3)

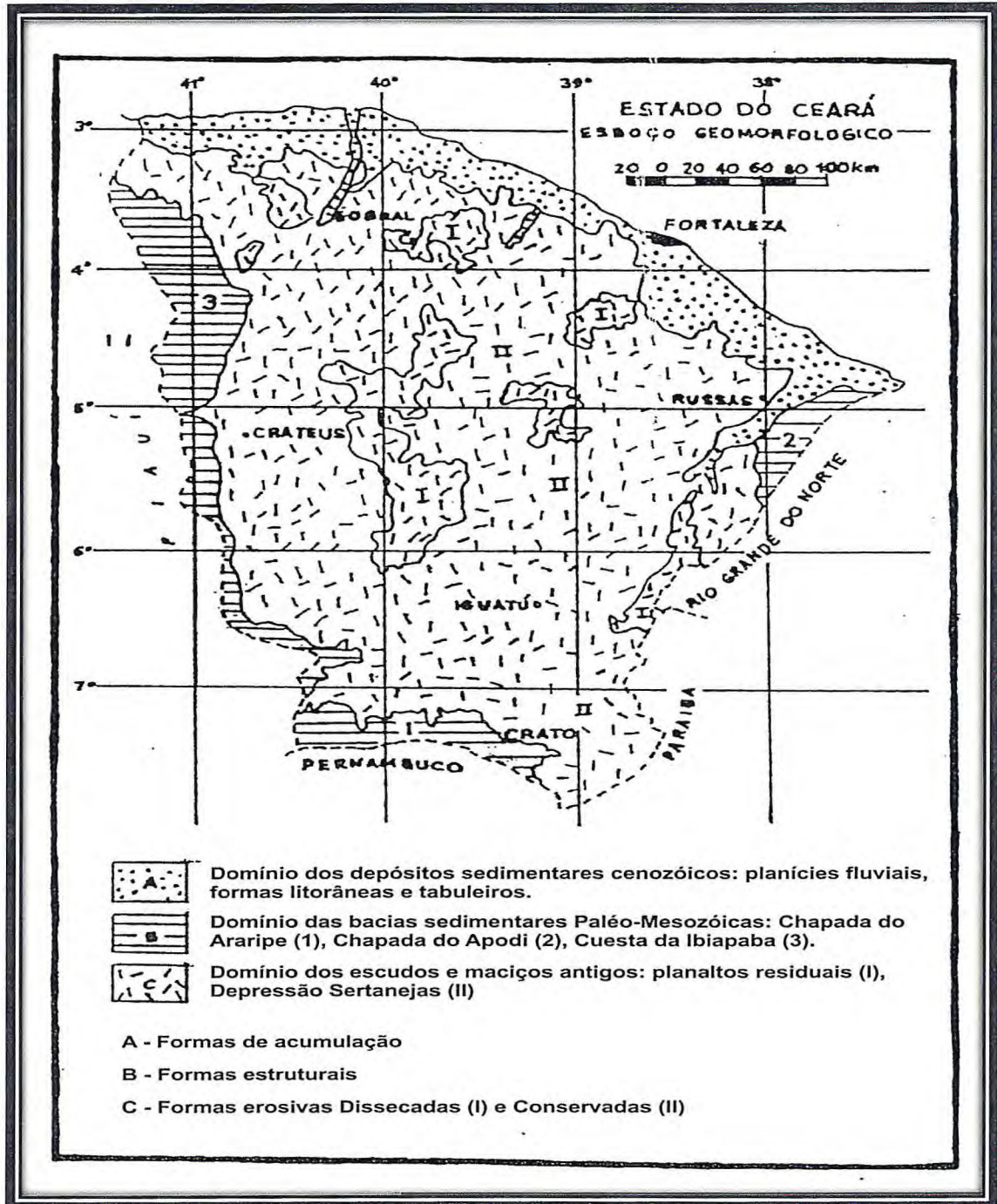


Figura 3: Esboço Geomorfológico do Estado do Ceará, Consoante Souza (1998)

existe uma região geomorfológica

Na área a ser pesquisada, a geomorfologia é constituída por terrenos das Depressões Sertanejas e das Planícies Fluviais.

Os terrenos Depressões Sertanejas, predominantes na área, correspondem as superfícies de aplainamento, com altitudes inferiores a 500m, que foram elaboradas em condições climáticas de semiaridez, o que faz predominar o intemperismo com o processo erosivo intenso rebaixando o relevo. Os detritos foram e são transportados pelo escoamento superficial para as partes mais baixas durante as enxurradas de curta duração, fazendo surgir os pedimentos, que, em conjunto, constituem os pediplanos.

As Planícies Fluviais são terrenos planos que resultam de deposições efetuadas pelos rios durante o Quaternário. São constituídas de sedimentos argilosos, siltosos e arenosos dispostos em faixas mais ou menos estreitas ao longo dos rios e riachos. São terrenos planos que apresentam um significado socioeconômico para o meio semiárido em virtude de suas características e potencialidades naturais favoráveis à agricultura.

Na área objeto de estudo, domina, portanto, as formas dissecadas, remanescentes da superfície de aplainamento do cenozoico e a extensa planície fluvial do Rio Jaguaribe.

4.5 HIDROGRAFIA

Os bens hídricos representam toda água que se encontra à disposição para uso humano nas suas diferentes atividades. Esses recursos hídricos estão vinculados não só às condições climáticas, mas também às características do substrato geológico e das condições de relevo. Correspondem os rios, riachos, lagoas, açudes e águas subterrâneas.

A grande variação do escoamento fluvial e o longo período de ausência da lâmina de água na maioria dos rios, durante os meses de estiagem, faz necessário a acumulação e água através de recursos como açudes, que visam abastecer de água a população, a pecuária, pesca de subsistência e lazer.

A área pesquisada fica na Bacia do Rio Jaguaribe, que ocupa maior volume de água do estado do Ceará, sendo responsável pelo abastecimento de grande parte da população.

O Rio Jaguaribe, que corta a área no sentido N – S, nasce na Serra da Joanhina, no município de Tauá e percorre aproximadamente 610 km até sua foz no Oceano Atlântico. Seus principais afluentes são os rios Salgado, Quixeramobim, Banabuiú e Palhano.

Diante das condições de semiaridez da área é fundamental a gestão integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Para isso, são fundamentais estudos específicos quantitativos e qualitativos para avaliação da ocorrência e potencialidade desses recursos.

As água subterrâneas estão predominantemente no meio cristalino, representado por litotipos fraturados, e nas manchas de aluvião. Esse contexto será estudado no decorrer do desenvolvimento do projeto.



5 CONTEXTUALIZAÇÃO DA GEOLOGIA REGIONAL

A Província Borborema compreende um extenso domínio geológico localizado ao norte do Cráton São Francisco e a leste da Bacia do Parnaíba, estendendo-se pelos estados do Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Bahia. A área de estudo encontra-se inserida dentro da Província Borborema, assim definida por Almeida (1977) e Santos & Brito e Neves (1984). Tal setor abriga um território de aproximadamente 450.000 km² e terrenos que variam do Arqueano ao Neoproterozóico. A aglutinação de núcleos cratônicos, envolvidos em múltiplas e sucessivas colisões durante a formação do Gondwana iniciou-se em torno de 750 Ma e se desenvolveu principalmente entre 650 e 530 Ma, coincidindo com a principal fase orogênica do Ciclo Brasileiro/Pan-Africano no Neoproterozóico. (Figura 4)

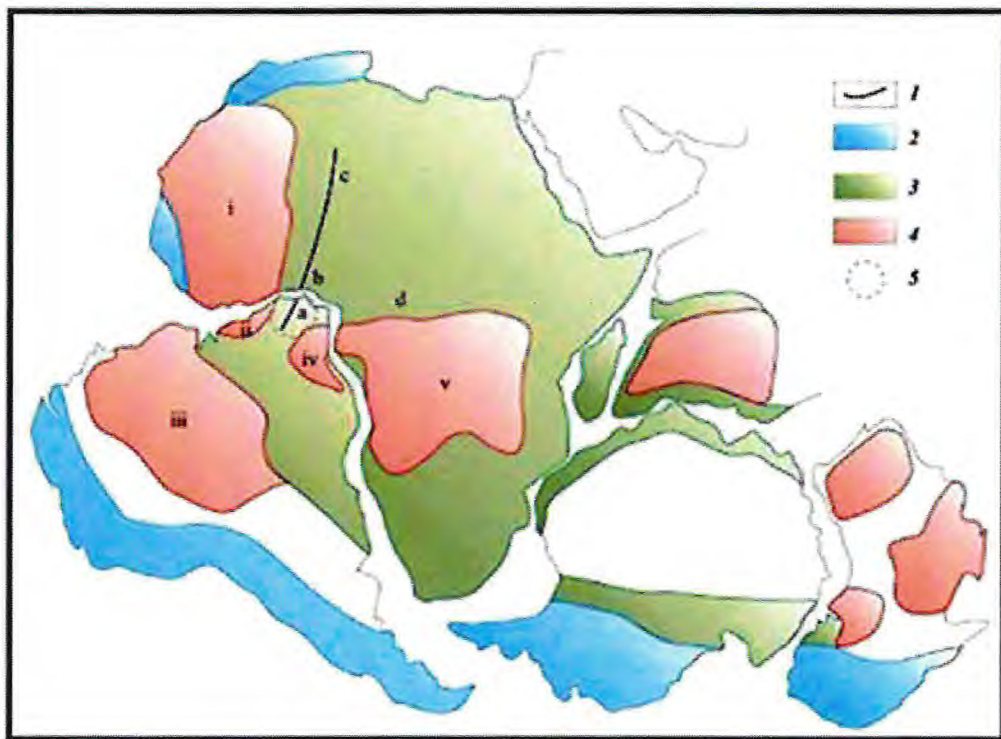


Figura 4: Reconstrução Esquemática do Gondwana. (1) Lineamento Senador Pompeu (NE do Brasil)/ Ile-Ife (NW da África); (2) Cinturões Orogrênicos Fanerozóicos; (3) Faixas Móveis Proterozóicas; (4) Crátons Arqueanos-Paleoproterozóicos: (i) Cráton Oeste-Africano, (ii) Cráton São Luís, (iii) Cráton Amazônico, (iv) Cráton São Francisco, (v) Cráton Congo (Fonte: Arthaud, 2007)

No interior da América do Sul, a Província Borborema representa uma das áreas severamente afetadas por esta orogenia. Sua importância é refletida nos mais variados modos, incluindo a composição, forma e retrabalhamento de antigas

assembleias. (Brito Neves & Cordiani, 1991). Essa província geológica é afetada por intenso magmatismo e formação de extensas zonas de cisalhamento (ZC). Pode ser dividida em dois grandes blocos tectônicos pela Zona de Cisalhamento Patos: o Domínio Norte e o Domínio Sul. (Figura 5)

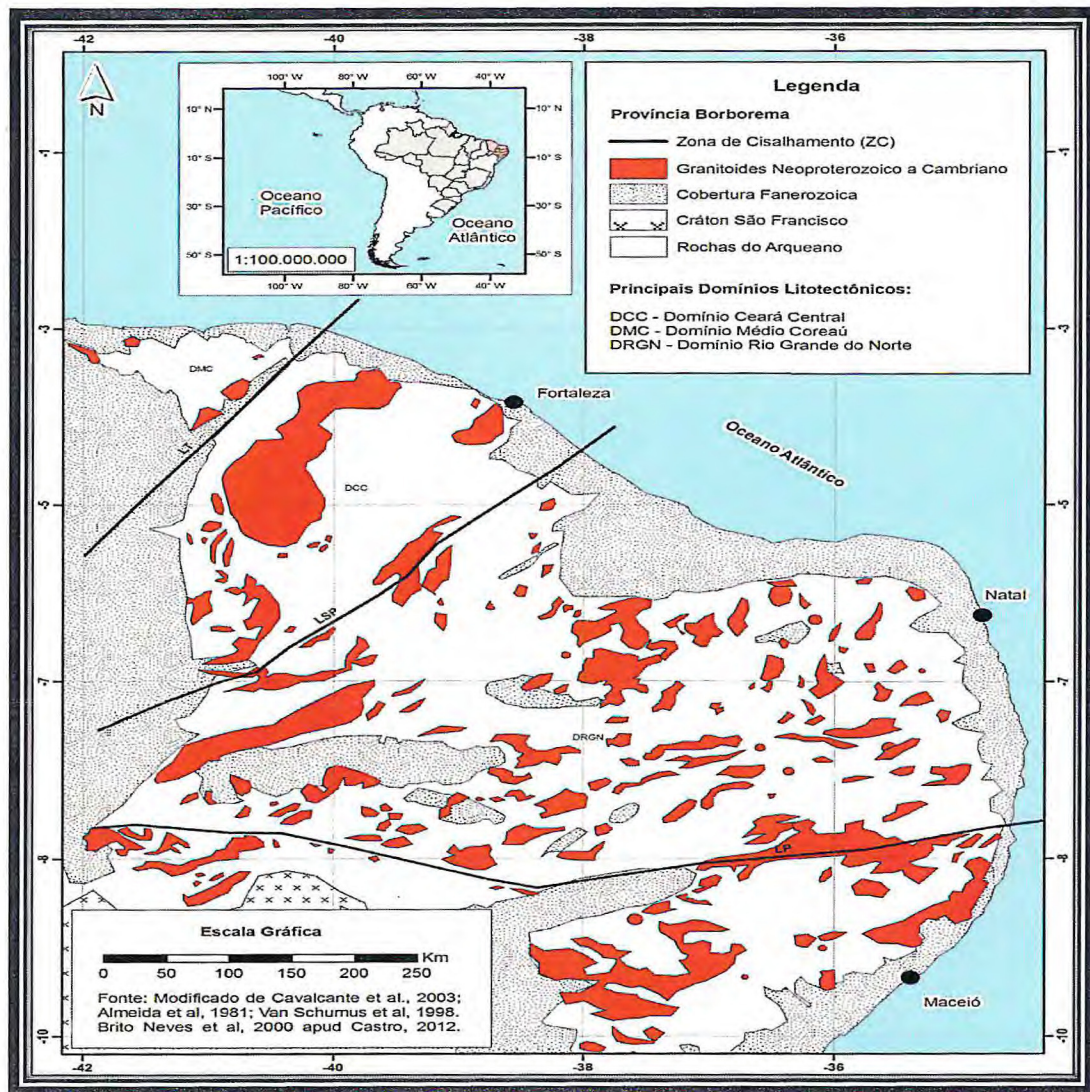


Figura 5: Divisão Tectônica da Província da Borborema. Fonte: Brito Neves *et al* (2000)

Brito Neves (1983), baseado nos grandes lineamentos de direção E- W a NE-SW e das diferentes características geológicas, subdividem a Província Borborema em cinco domínios tectônicos:

I. Domínio da Zona Meridional (DTM), situado entre o Lineamento Pernambuco e a borda norte do Cráton São Francisco. É composto por vários

subdomínios internos (Cinturões Rio Preto, Sergipiano, Riacho do Pntal e pelo Maciço Pernambuco-Alagoas).

II. Domínio da Zona Transversal (DZT), situado entre os lineamentos Patos e Pernambuco. Sua Principal característica é a presença de rochas mesoproterozoicas formadas durante a orogenia Cariris Velhos.

III. Domínio Rio Grande do Norte (DRGN), situado entre os lineamentos de Senador Pompeu e Patos; encerra em seus limites o núcleo arqueano mais antigo da Província Borborema, inserido no Maciço Caldas Brandão.

IV. Domínio Ceará Central (DCC), cuja área de estudo está inserida, possui a Zona de Cisalhamento Sobral-Pedro II (Lineamento Transbrasiliano) como limite oeste, o Oceano Atlântico a norte, e encoberto pelas rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba na porção SSW.

V. Domínio Médio Coreaú (DMC), situado a norte do Lineamento Transbrasiliano e a sul da margem do Cráton São Luis. É encontrado um embasamento gnáissico paleoproterozoico formado em torno de 2,35 Ga, supracrustais (Grupo Ubajara e Martinópolis) e ainda granitoides próximos ao Lineamento Transbrasiliano e a NW deste (Meruoca e Mucambo e granitoide Chaval, respectivamente), de idade neoproterozoica.

A área de pesquisa está inserida no contexto do Domínio Litotectônico Rio Grande do Norte, descrito a seguir.

5.1 DOMÍNIO RIO GRANDE DO NORTE

O Domínio Rio Grande do Norte (DRGN) foi definido como um segmento litosférico, localizado a Norte do Lineamento Patos (LP) e a Leste da Zona de Cisalhamento Senador Pompeu (ZCSP), formado pela colagem e amalgamento de fragmentos crustais, envolvendo núcleos arqueanos, blocos gnáissicos migmatíticos de idade paleoproterozóica e sequências supracrustais paleo a neoproterozóicas, durante a Orogênese Brasileira. Todo este conjunto foi afetado por inúmeras intrusões graníticas de idade brasileira, geralmente, associadas a extensas zonas de cisalhamento transcorrentes. (Brito Neves *et al*, 2000)

No Ceará, a Província Borborema foi dividida em vários domínios litoestruturais, os quais englobam variadas sequências de litotipos, com evoluções tectono-metamórficas distintas. Segundo Cavalcante *et al* (2003), a litoestratigrafia da regional estudada está sistematizada da seguinte maneira:

SUBDOMÍNIO JAGUARIBETANO constituído pelo **Complexo Jaguaretama (PPj)**: ortognaisses migmatizados, composição entre granito e tonalito, com paragnaisses, anfibolitos, quartzitos, metaultramáficas e rochas calcissilicáticas (PPjgn – segmento com importante participação desses matamorfitos de derivação sedimentar, incluindo lentes de metacalcários (jca); **Suíte Granitóide Serra do Deserto (PP4sd)**: augenortognaisses granitos, à biotita ± hornenblenda, servindo de encaixantes para corpos de tonalitos ou quartzodioritos e sienogranitos gnaissificados; **Unidade Indiferenciada da Supersuíte Granitóide Tardi a Pós-Orogênica (NP3y3i)**: granitóides cinzentos, geralmente de granulometria média a grossa (fácies porfíricas subordinadas) de composição granítica dominante, em parte com enclaves dioríticos, em jazimentos individualizados ou embutidos nos corpos dos NP3y2, onde ocorrem como uma fase mais nova. **Formação Açú (k2apa)**: arenitos cinzentos e avermelhados, de granulação fina a média localmente conglomerático, interestratificados com siltitos cinzentos (com variações amarronzadas, avermelhadas e esbranquiçadas), calcíferos ou não e folhelhos cinza-escuro e amarronzados (ocasionais intercalação de argilitos avermelhados e verde escuros e lentes de calcário no topo) /marinho litorâneo e fluvial com esporádicos ingressos marinhos. **GRUPO BARREIRAS** com a **Formação Faceira (ENbf)**: conglomerados basais, avermelhados, com seixos e calhaus de rochas cristalinas diversas; arenitos pouco litificados e avermelhados, siltitos vermelhos com níveis de argilas e cascalhos (horizonte laterítico na base)/fluvial. **DEPÓSITOS ALUVIAIS (Q2a)**: argilas, areias argilosas, quartzozas e quartzofeldspáticas, conglomeráticas ou não, cascalhos e argilas orgânicas/fluvial, em parte com influência marinha.

A área a ser estudada é constituída pelo Complexo Jaguaretama, Suíte Granitóide Serra do Deserto, Unidade Indiferenciada da Supersuíte Granitóide Tardi a Pós-Orogênica, Formação Faceira do Grupo Barreiras e Depósitos Aluviais, conforme ressalta a Figura 6.

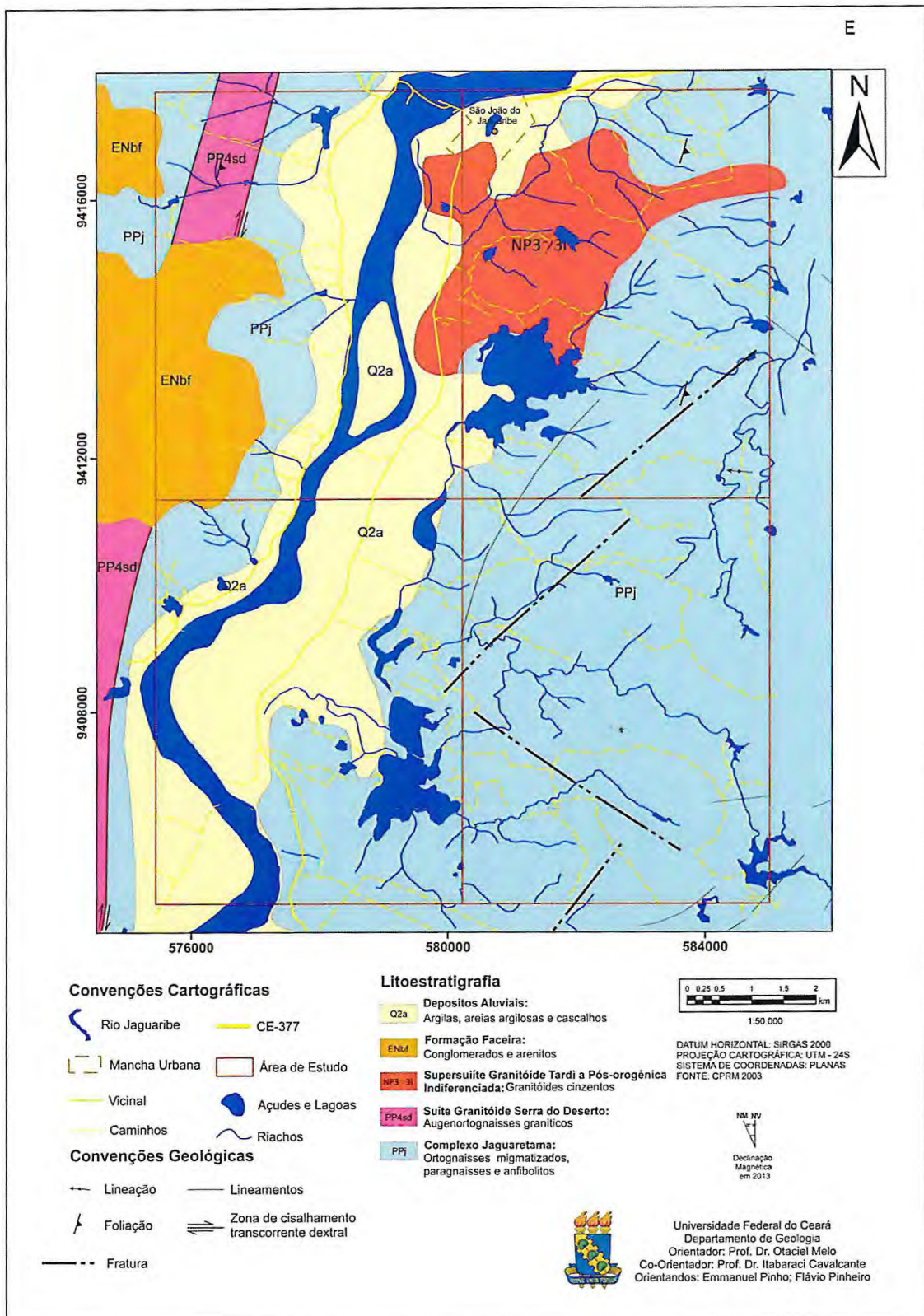


Figura 6: Mapa geológico da área do projeto. (Fonte: Cavalcante *et al*, 2003)

6 PRODUTOS

- ✓ Mapa geológico na escala 1 : 20.000 *na p. 11 consta $\frac{1:25000}{\text{corrigir}}$?*
- ✓ Mapa de pontos na escala 1 : 20.000
- ✓ Mapa de pontos d'água na escala 1: 20.000
- ✓ Mapa de localização dos poços e sistemas hidrográficos
- ✓ Mapas hidroquímicos temáticos (STD, pH, NO₃, Cl,) na escala 1 : 25.000
- ✓ Arquivo de poços.

7 CRONOGRAMA, ORÇAMENTO E PARTICIPANTES

7.1 CRONOGRAMA

A realização deste trabalho será executada em etapas, onde as mesmas serão realizadas no semestre de 2013.2, seguido o exposto no Quadro 2:

ETAPAS	SEMESTRE 2013.2 e 2014.1					
	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV
Obtenção de material						
Trabalho de campo						
Análises físico-química						
Integração e Interpretação de dados						
Elaboração do Relatório de Graduação						
Defesa do Relatório						

Quadro 2: Cronograma de execução do projeto de relatório de graduação

7.2 ORÇAMENTO PREVISTO

O orçamento previsto para o custeio da execução do projeto proposto segue conforme a Tabela 1.

Participantes	Quantidades	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Emmanuel Arruda Pinho	45	50,00	2.250,00
Antônio Flavio Costa Pinheiro	45	50,00	2.250,00
Prof. Dr. Otaciel de Oliveira Melo	10	177,00	1.770,00
*Análises Física- Química e bacteriológica	20	200,00	4.600,00
TOTAL	120		10.270,00

Tabela 1: Orçamento previsto para o relatório de graduação

financiar

* Análises sob a responsabilidade dos graduandos, sem ônus para UFC.

7.3 PARTICIPANTES

Graduandos: Emmanuel Arruda Pinho

Antonio Flavio Costa Pinheiro

Orientador: Prof. Dr. Otaciel de Oliveira Melo

Co-orientador: Prof. Dr. Itabaraci Nazareno Cavalcante

7.4 ÓRGÃO FINANCIADOR

Universidade Federal do Ceará - UFC

(Handwritten mark)

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y et al. **Províncias Estruturais Brasileiras**. In: SGB, Simpósio de Geologia do Nordeste, VIII, Campina Grande, Boletim de Resumos, 6: 363-391; 1977.

ALMEIDA, F.F.M. **Origem e Evolução da Plataforma Brasileira**. Rio de Janeiro: DGM / DNPM, Boletim 236, 1967.

ALMEIDA, F.F.M. **Relações Tectônicas da Rochas Alcalinas Mesozóicas da Região Meridional da Plataforma Sul Americana**. Revista Brasileira de Geociências, V. 13 (3): p. 139 – 158, 1986.

ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; NEVES, B.B.B.; FUC, R.A. **Províncias Estruturais Brasileiras**. In: **Simpósio de Geologia do Nordeste**. Campina Grande: SBG, 1977.

ARTHAUD, M. H. **Evolução Neoproterozóica do Grupo Ceará (Domínio Ceará Central, NE-Brasil: da sedimentação à colisão continental brasiliana**. Tese de Doutorado. Brasília: UNB, 2007.

_____ **A Utilização dos Critérios Rotacionais em Zonas de Cisalhamento Dúctil: o exemplo do complexo granítico de Quixadá-Quixeramobim/Ceará**. In: SIMP. NAC. ESTUDOS TECTÔNICOS, 1. Salvador: SBG, 45-47; 1987.

BRITO NEVES, B. B. **Mapa Geológico do Nordeste Oriental do Brasil na Escala (E): 1:1.000.000**. São Paulo: USP. Tese Livre Doc. 1983.

BRITO NEVES, B. B.; SANTOS, E. J.; VAN SCHMUS, W. R. **Tectonic history of the Borborema Province**. In: Cordani U. G., Milani E. J., Thomaz Filho A., Campos D. A. *Tectonic evolution of South America*. In: SBG, Intern. Geol. Congr., 31st, Rio de Janeiro, Brazil, 2000.

BRITO NEVES, B.B & CORDANI, U.G. **Tectonic Evolution of South América During The Late Proterozoic Precambrian Research**. 19: 23-40, 1991.

CABY, R et al. **Crustal Evolution and Brasiliano Orogeny in Northeast Brazil**. In: DALLMEYER, R.D. & LECORCHÈ, J.P. (ed). **The West African Orogens and Circun Atlantic Correlatives**, Springer-Verlag, 1991.

CAMUS, Albert. **Théâtre,Récits, Nouvelles**. Paris: Gallimard, 1970.

CASTRO, N. A. **Evolução Geológica Proterozóica da Região Entre Madalena e Taparuaba, Domínio Tectônico Ceará Central (Província Borborema)**. 2004. 221 f. Tese (Doutorado). São Paulo: USP, 2004.

CAVALCANTE, I. N. **Fundamentos Hidrogeológicos Para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos Na Região Metropolitana de Fortaleza**. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências. São Paulo: USP, 1998.

CAVALCANTE, J. C. **Limites e Evolução Geodinâmica do Sistema Jaguaribeano, Província Borborema**. Dissertação de mestrado. UFRN, 1999.

CAVALCANTE, J.C.; VASCONCELOS,A.M; MEDEIROS,M.F.; PAIVA, I.P.; GOMES, F.E.M; CAVALCANTE,S.N.; CAVALCANTE, J.E.; MELO, A.C.R.; DUARTE NETO, V,C., BENEVIDES,H.C. **Mapa Geológico do Estado do Ceará – Escala 1:500000**. Fortaleza: MME/CPRM. 2003.

CAVALCANTE, V.M.M.; FERREIRA, C.A **Mapa Geológico do Estado do Ceará**. Fortaleza: DNPM/SUDENE, 1983.

CHAUI, Marilena. **Convite a Filosofia**. São Paulo: Ática, 2008.

FEITOSA, Fernando A,C; BENVENUTI, Sara Maria Pinotti. **Diagnostico do município de São João do Jaguaribe**. Fortaleza: CPRM, 1998.

FEITOSA, Fernando A. C; FILHO, João Manoel. . **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. Fortaleza: CPRM, 2000.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.



GASPARY, J.; ANJOS, N. da F. R. dos; REBOUÇAS, A da C.; MANUEL FILHO, J.; LEAL, O; GARAU, J.P.; GUILLOT, P. **Estudo Geral de Base do Vale do JÁguaribe**. Recife: SUDENE, 1967.

HASUI, Y. **O Pré-Cambriano do Brasil**. Ed. E. Blücher Ltda.; 1984.

IPECE. **Perfil Básico Municipal**. Fortaleza, Governo do Estado do Ceará, 2010.

MAIA, Gerda Nickel. **Caatinga: árvores, arbustos e suas utilidades**. 2ª edição. São Paulo. D & Z computação gráfica e editora, 2010.

MENDES, Vasconcelos. **Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável do Semi-Árido**. Fortaleza: SEMACE, 1997. MONTEIRO, C.A.F. **Geosistema: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.

PARENTE, C.V.; FILHO, W.F.S.; ALMEIDA, A.R. **Bacias do Estádio de Transição do Domínio Setentrional da Província Borborema (Parte Integrante do Texto Bacias do Estádio da Transição da Plataforma Sul Americana**. In: Virgginio Mantoso Neto; Andrea Bartorelli; Celso Dasl Ré Carneiro; Benjamin Bley de Brito Neves). *O desvendar de um Continente: A Moderna Geologia da América do Sul e o Legado da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, V. 1, p. 526-536, 2004.

PRADO, Rocha Bardy et al. **Manejo e Conservação do Solo e da Água no Contexto das Mudanças Climáticas**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2010.

SANTOS, E.J; BRITO NEVES, B.B. **Província Borborema**. In: ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y. **O Pré-Cambriano do Brasil**. Ed. E. Blücher Ltda.; 1984.

SCUDINO, P. C. B. **Técnicas de Investigação de Qualidade das Águas Subterrâneas**. Seminário Impactos Ambientais e Águas Subterrâneas no Brasil, art. 5, 1997.

SGARBI, Geraldo Norberto Chaves. **Petrografia Macroscópica das Rochas Ígneas, Sedimentares e Metamórficas**. Belo Horizonte: UFMG, 2012.

SILVA, J. B. da et al. **Atlas do Ceará: espaço geo-histórico e cultural**. João Pessoa: Grafset, 2004.

SOUZA, M.J.N. **Contribuições ao Estudo das Unidades Morfoestruturais do Estado do Ceará.** Fortaleza: Revista de Geologia, (1), 73 – 91, 1998.

VAN SCHMUS, W.R; BRITO NEVES, B.B.; HACKSPACHER, P.C.; FETTER, A.H., KOZOUCH, M.; DANTAS, E.K.; BABINSKI, M. **U-Pb and Sm/Nd Geochronologic Studies os Eastern Borborema Province, Nnortheast Brazil: initial conclusions.** Journal South American Earth Sciences, 8(3/4): 267-288. 1995.

WERNICK, Eberhard. **Rochas Magmáticas: conceitos fundamentais e classificação modal, química, termodinâmica e tectônica.** São Paulo: UNESP, 2004.

YARDLEY, B.W.D. **Introdução à Petrologia Metamorfica.** Traduzido por: Reinhardt A. Fuck. Brasília: Editora da Universidade de Brasília. 1994.

ASSINATURA DOS EXECUTORES

Data: 13 / 11 / 2013

GRADUANDO:

ANTONIO FLAVIO COSTA PINHEIRO

MATRICULA 279550

EMMANUEL ARRUDA PINHO

MATRICULA 0269971

ORIENTADOR:

PROF. DR. OTACIEL DE OLIVEIRA MELO

CO-ORIENTADOR:

PROF. DR. ITABARACI NAZARENO CAVALCANTE

A presente proposta de projeto de relatório de graduação foi lida e aprovada na reunião da coordenação em: ____ / ____ / ____.