



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

RAIANNY SARA FERREIRA DA SILVA

CONTRIBUIÇÕES PARA A INTERPRETAÇÃO DA EVOLUÇÃO
GEOMORFOLÓGICA DO BAIXO JAGUARIBE/CE

FORTALEZA

2017

RAIANNY SARA FERREIRA DA SILVA

CONTRIBUIÇÕES PARA A INTERPRETAÇÃO DA EVOLUÇÃO
GEOMORFOLÓGICA DO BAIXO JAGUARIBE/CE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Natureza, campo e cidade no semiárido.

Orientador: Prof. Dr. Rubson Pinheiro Maia

FORTALEZA
2017

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)

- S583c Silva, Raianny Sara Ferreira da.
Contribuições para a interpretação da evolução geomorfológica do Baixo Jaguaribe/Ce /
Raianny Sara Ferreira da Silva. – 2017.
131 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa
de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Rubson Pinheiro Maia.
1. Baixo Jaguaribe. 2. Evolução. 3. Morfologia. I. Título.

CDD 910

RAIANNY SARA FERREIRA DA SILVA

CONTRIBUIÇÕES PARA A INTERPRETAÇÃO DA EVOLUÇÃO
GEOMORFOLÓGICA DO BAIXO JAGUARIBE/CE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Natureza, campo e cidade no semiárido.

Aprovada em: ___/___/___.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rubson Pinheiro Maia (Orientador)
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Andrea Almeida Cavalcante
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Universidade Estadual do Ceará(UECE)

Prof. Dr. Frederico Holanda Bastos
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Universidade Estadual do Ceará(UECE)

À Deus.
À toda minha família.
Aos meus pais Rejane Ferreira e Antônio
Nilson e à todos que amam a
Geomorfologia.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer à Deus, pois sem ele nada somos! Sem ele não caminhamos para lugar algum.

Gostaria de agradecer à minha família, por sempre me apoiar, aconselhando a seguir os melhores caminhos e compreender a ausência por morar em outra cidade! Obrigada família por tudo, vocês foram meu chão nos momentos mais difíceis do Mestrado.

Aos Geoirmãos da FAFIDAM, sempre do meu lado e que nunca esqueceram os laços de amizade. Andreza Nara, Anjerlany Oliveira, Adriana Moreira, Nael Nunes, Lais Paula, Simone Lemos, Maria Valéria, Diene Karine, Andreia Cirlane e Micarla Araújo.

Aos professores da FAFIDAM, que me aconselharam a enfrentar o Mestrado e contribuíram no meu engrandecimento. Em especial à professora Érika Gomes Brito, sempre muito atenciosa, conselheira, obrigada por todos os ensinamentos. À Andrea Almeida Cavalcante, Cleuton Almeida, Sérgio Pinheiro, Lucenir Chaves. À Gedeon Carneiro e Lana Nascimento, pelos ensinamentos quando fui bolsista do PIBID.

À Milena Holanda, amiga e companheira, obrigada pela força, pelos conselhos, por compartilhar minha vida com você, sempre muito atenciosa.

Não posso esquecer aos amigos, digo melhor, irmãos que conquistei na UFC, do LAGECO (Laboratório de Geomorfologia Ambiental, Costeira e Continental). Em particular quero agradecer a Mickaelle Braga (eterna garotinha), além de amiga uma irmã, Roberto Alves, Pedro Edson, Henrique Sampaio, Letícia Freitas, Wesley Rodrigues, Regis Barbosa. Aos amigos Lucas e Ricardo, pelas ótimas conversas no Laboratório.

Ao meu amigo Adielson Botelho, obrigada pelos conselhos e pela ótima convivência.

Quero agradecer aos que me guiaram diretamente no mundo do geoprocessamento, me mostraram o poder do Qgis, não é Mickaelle Braga?. Assim como, Roberto Alves, Wesley Rodrigues, Junior Lima.

À Ana Beatriz, por me ajudar e ficar mais próxima nos momentos finais do Mestrado, meu eterno agradecimento.

Ao meu companheiro, braço direito nos trabalhos de campo, Thiago Rodrigues, obrigada pela contribuição durante os campos em Russas e Limoeiro do Norte. Ao meu irmão Railson Carlos, que sempre nos campos me ajudou, sem medir esforços.

Ao meu orientador Rubson Pinheiro Maia, pelas orientações dadas, aprendizagens adquiridas e pela disposição em contribuir no meu engrandecimento, muito obrigada.

Ao geólogo João Leno Magalhães Carneiro pelas contribuições nas seções estratigráficas, ficarei eternamente agradecida.

À Micarla Araújo por me acolher em sua residência em Jaguaruana, no mapeamento dos paleocanais, assim como me acompanhar durante o campo.

Ao programa de Pós-Graduação em Geografia, sempre com competência e atenção.

À professora Dra. Andrea Almeida Cavalcante e professor Dr. Frederico Holanda Bastos, por aceitarem participar do exame de qualificação e na defesa, obrigada pelas ótimas contribuições.

À Adryane Gorayeb, por conceder os materiais para trabalhos de campo, sempre disponível.

À FAFIDAM (Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos) pelos materiais utilizados em campo.

Ao DER (Departamento Estadual de Rodovias), por disponibilizar os dados de sondagem geológica realizados em Russas e pela atenção dada.

Erandi Canafistula, secretário do programa de pós graduação em geografia, por sempre está disponível e pela dedicação para com os pós-graduandos.

À CAPES pelo financiamento de bolsa, concedida durante o período do Mestrado.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.” (José de Alencar)

RESUMO

O trabalho tem como objetivo propor uma análise dos elementos responsáveis pela dinâmica da evolução geomorfológica do Baixo Vale do Jaguaribe/CE. O presente estudo parte dos processos estruturais que sustentam o relevo, compreendendo as fases de deposição e incisão, formação do vale e evolução atual da área. São consideradas a avaliação do embasamento cristalino, morfologia dos terraços, relação do canal com a escarpa da bacia potiguar e as marcas de evolução a partir dos registros de paleocanais. A metodologia aplicada baseia-se em seções estratigráficas, no total de 10 seções realizadas no município de Russas/CE, aplicação de índice multiespectral, como NDVI (índice de vegetação por diferença normalizada) para avaliação da vegetação presentes nos paleocanais, perfis do embasamento através de dados de profundidades de poços e avaliação da morfologia do canal e da escarpa da bacia potiguar. Com base nos dados obtidos, o vale do Jaguaribe apresenta irregularidades no embasamento o que pode ter influenciado na implantação do vale Fluvial. Os resultados apontam que na evolução do vale do Jaguaribe, o embasamento constituiu um fator significativo, assim como as mudanças climáticas do cenozoico e as alterações do nível de base que definiram os episódios de deposição e incisão na área. Em escala regional, a geomorfologia do vale apresenta quatro fases: 1) formação de uma superfície de aplainamento com inselbergues, 2) deposição da bacia potiguar no Cretáceo, através da abertura do oceano Atlântico, recuo lateral por circundenudação e exumando inselbergues graníticos 3) deposição da Formação Barreiras e Faceira, marcada pelas mudanças climáticas cenozoicas, definidas pelas fases de deposição e incisão e 4) Evolução atual marcada pelo sentido de migração do canal. A evolução do canal atual segue sentido leste, as análises apontam que através de três elementos pode-se observar esse sentido: 1) terraços à oeste do canal, constituindo-se um indicador geomorfológico do sentido da migração da drenagem, 2) expressividade de paleocanais à oeste do canal atual e 3) Sentido de caimento das camadas da bacia potiguar, em direção ao rifte, à leste. Pretende-se contribuir com a geomorfologia regional e fornecer maior detalhamento dos processos atuantes na evolução do Baixo Jaguaribe.

Palavras-chave: Baixo Jaguaribe. Evolução. Morfologia.

ABSTRACT

This work aims to propose an analysis of the elements responsible for the dynamics of the geomorphological evolution of the Low Jaguaribe Valley/CE. The present study starts from the structural processes that sustain the relief, comprising the phases of deposition and incision, formation of the valley and current evolution of the area. The evaluation of the crystalline basement, the morphology of the terraces, the relation between the canal and the escarpment of the Potiguar basin and the evolutionary marks from the paleochannel records are considered. The applied methodology is based on stratigraphic sections, in the total of 10 sections realized in the city of Russas / CE, application of multispectral index, as NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) to evaluate the vegetation present in the paleochannels, basement profiles through well depths data and evaluation of the channel and escarpment morphology of the Potiguar basin. Based on the data obtained, the Jaguaribe valley shows irregularities in the basement, which may have influenced the implementation of the River valley. The results indicate that in the evolution of the Jaguaribe valley, the basement constituted a significant factor, as well as the climatic changes of the Cenozoic and the alterations of the base level that defined the episodes of deposition and incision in the area. On a regional scale, the geomorphology of the valley presents four phases: 1) formation of a planning surface with inselbergs, 2) deposition of the Potiguar basin in the Cretaceous, through the opening of the Atlantic Ocean, lateral retreat by circumundation and exhuming the granite inselbergs 3) deposition of the Barreiras and Faceira Formation, marked by the quaternary climatic changes, defined by the phases of deposition and incision and 4) current evolution marked by the direction of channel migration. Nowadays, the evolution of the channel follows east direction; the analysis indicate that through three elements one can observe that direction: 1) terraces to the west of the channel, constituting a geomorphological indicator of the direction of the migration of the drainage, 2) expressivity of paleochannels to the west of the current channel and 3) sense of layers trimming of the Potiguar basin, towards the rift, to the east. It intends to contribute to the regional geomorphology and to provide greater details of the active processes in the evolution of Low Jaguaribe Valley.

Keywords: Low Jaguaribe. Evolution. Morphology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Localização do polígono de estudo (C). Situação da área no Estado do Ceará (B). Situação do Estado do Ceará em nível de Nordeste (A)	18
Figura 2 -	Bacia e sub-bacias do rio Jaguaribe com o polígono de estudo (C). Situação da bacia e sub-bacias no Estado do Ceará(B). Situação do Ceará em nível de Brasil(C).....	20
Figura 3 -	Zonas de domínios de processos: erosão, transporte e deposição.	26
Figura 4 -	Ciclo de Milankovitch. (a) excentricidade, (b)obliquidade e (c) precessão dos equinócios.	29
Figura 5 -	Geologia da área de pesquisa	36
Figura 6 -	Geomorfologia da área de pesquisa	39
Figura 7 -	Inselbergues graníticos na planície do rio Jaguaribe.	40
Figura 8 -	Cuesta do Apodi, apresentando morfologia suavemente inclinada.....	42
Figura 9 -	Planície Fluvial do rio Jaguaribe.	43
Figura 10 -	Fluxograma metodológico.....	46
Figura 11 -	Processo para cálculo de NDVI.	49
Figura 12 -	Província Borborema e seus domínios	55
Figura 13 -	Localização da Bacia Potiguar.....	57
Figura 14 -	Localização da realização das seções estratigráficas.....	61
Figura 15 -	Seção estratigráfica 1.	63
Figura 16 -	Morfologia dos clastos (A) e clasto de maior tamanho encontrado(B) .	64
Figura 17 -	Seção estratigráfica 2.	65
Figura 18 -	Seção estratigráfica 3.	67
Figura 19 -	Seção estratigráfica 4.	68
Figura 20 -	Seção estratigráfica 5	69
Figura 21 -	Seção estratigráfica 6.	71
Figura 22 -	Seção estratigráfica 7.	72
Figura 23 -	Ciclo fluvial de gradação normal	73
Figura 24 -	Seção estratigráfica 8.	74
Figura 25 -	Paleoforma de leito do canal fluvial.....	75
Figura 26 -	Seção estratigráfica 9	76
Figura 27 -	Seixo transportado por tração fluvial.....	77

Figura 28 -	Seção estratigráfica 10.	78
Figura 29 -	Disposição e morfologia plana da Formação Faceira.	80
Figura 30 -	Localização dos poços.....	84
Figura 31 -	Perfil poços IFCE, Viuvinha e Pedrinhas	85
Figura 32 -	Perfil poços Sede-Aeroporto e Cibrazem.....	86
Figura 33 -	Perfil poços Sede- Dakota (Russas) e Curralinho(Jaguaruana)	87
Figura 34 -	Perfil poços Borges e Peroaba	88
Figura 35 -	Perfil inselbergues de Limoeiro, poço pedrinhas e Inselbergue Quixeré	89
Figura 36 -	Localização dos paleocanais (C). Situação da área no Estado do Ceará (B). Situação do Estado do Ceará a nível de Nordeste (A)	92
Figura 37 -	Material argiloso e gretas de contração presentes nos canais em via de abandono.....	93
Figura 38 -	Processo erosivo na escarpa da Bacia Potiguar.....	94
Figura 39 -	Morfologia do canal e da vertente da bacia potiguar, indicando o sentido das camadas sedimentares.....	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de águas
COGERH	Companhia de Gestão dos recursos Hídricos
CPRM	Companhia de pesquisa de recursos minerais
DER	Departamento Estadual de Rodovias
DNPM	Departamento Nacional de produção mineral
EMBRAPA	Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária
FAFIDAM	Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos
FUNCEME	Fundação Cearense de meteorologia
GVJ	Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPECE	Instituto de pesquisa econômica do Ceará
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NDVI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
SIAGAS	Sistema de informações de águas subterrâneas
SIRGAS	Sistema de Referencia Geocêntrico para as Américas
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UFC	Universidade Federal do Ceará
USGS	Serviço Geológico Americano
VCAN	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Apresentação geral da Bacia hidrográfica do rio Jaguaribe.....	19
1.2	Objetivos.....	22
1.2.1	Objetivo Geral.....	22
1.2.2	Objetivos Específicos	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
2.1	Organização das bacias de drenagem	23
2.1.1	Dinâmica dos sistemas fluviais.....	24
2.2	As Planícies Aluviais	27
2.3	As mudanças climáticas do Quaternário	28
2.4	Nível de base e os sistemas fluviais.....	31
2.5	Contribuições da Estratigrafia nos estudos em geomorfologia.....	32
3	CARACTERIZAÇÃO NATURAL DA ÁREA DE ESTUDO	35
3.1	Geologia.....	35
3.1.1	<i>Embasamento Cristalino</i>	36
3.1.2.	<i>Bacia Potiguar</i>	37
3.1.3	<i>Depósitos Cenozoicos</i>	37
3.2	Geomorfologia.....	38
3.2.1	Depressão Sertaneja	39
3.2.2	<i>Inselbergues</i>	40
3.2.3	<i>Depressão Periférica</i>	41
3.2.4	<i>Cuesta do Apodi</i>	41
3.2.5	<i>Terraço Fluvial</i>	42
3.2.6	<i>Planície Fluvial</i>	42
3.3	Clima.....	43
3.4	Solos	44
3.5	Vegetação.....	45
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	45
4.2	Geoprocessamento e Sensoriamento remoto	47
4.2.1	<i>Aplicação de Índice Multiespectral para realce de vegetação em paleocanais</i>	47
4.3	Avaliação da morfologia do canal e relações com a escarpa da Bacia Potiguar	50
4.4	Análise das variações topográficas do embasamento cristalino	50
4.5	Trabalhos de Campo.....	50

4.5.1	<i>Seções estratigráficas</i>	51
5	CONTEXTUALIZAÇÃO ESTRUTURAL DAS BASES DE SUSTENTAÇÃO DO RELEVO DO BAIXO JAGUARIBE	53
5.1	A Província Borborema	54
5.2	A Bacia Potiguar	57
5.2.1	<i>Formação Jandaíra e Açu – Sequência drift da Bacia</i>	58
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
6.1	Descrição e Análise dos terraços aluviais antigos através das seções estratigráficas	61
6.1.1	<i>Seção AF-1</i>	62
6.1.2	<i>Seção AF-2</i>	64
6.1.3	<i>Seção AF-3</i>	66
6.1.4	<i>Seção AF-4</i>	67
6.1.5	<i>Seção AF-5</i>	69
6.1.6	<i>Seção ABR116-1</i>	70
6.1.7	<i>Seção ABR116-2</i>	72
6.1.8	<i>Seção ABR116-3</i>	73
6.1.9	<i>Seção AR-1</i>	75
6.1.10	<i>Seção – AR 2</i>	77
6.2	Análise das seções estratigráficas.....	78
6.2.1	<i>Interpretação para os terraços aluviais a partir das seções estratigráficas</i>	80
6.3	Aspectos litológicos do embasamento e sua influência na implantação do Vale do Jaguaribe.....	83
6.3.1	<i>Perfil Limoeiro do Norte</i>	84
6.3.2	<i>Perfil Russas</i>	85
6.3.3	<i>Perfil Russas-Jaguaruana</i>	86
6.3.4	<i>Perfil Jaguaruana</i>	87
6.3.5	<i>Perfil Inselbergues</i>	88
6.4	Marcas da evolução do canal atual	90
6.5.1	<i>Registros de paleocanais no Baixo Jaguaribe</i>	90
6.5.2	<i>Relação da escarpa da bacia potiguar com a evolução do Rio Jaguaribe</i>	94
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
	REFERÊNCIAS	98
	ANEXO A- FICHAS TÉCNICA DOS POÇOS DE LIMOEIRO DO NORTE	105
	ANEXO B- FICHAS TÉCNICA DOS POÇOS DE RUSSAS	114

ANEXO C- FICHAS TÉCNICA DOS POÇOS DE JAGUARUANA	123
--	------------

1 INTRODUÇÃO

O estudo e compreensão dos sistemas fluviais sempre despertou o interesse humano, pois estes constituem agentes importantes na elaboração e esculturação das paisagens terrestres, fazendo parte da etapa evolutiva. A dinâmica dos cursos d'água ocorre por meio da interação de forças que dependem de variáveis internas e externas à bacia de drenagem, promovendo a erosão, transporte e deposição de sedimentos (CHARLTON, 2008).

Analisar a evolução dos sistemas fluviais ao longo do tempo geológico é imprescindível para a compreensão da configuração atual das planícies fluviais. As feições atuais se apresentam como fruto das transformações pretéritas, encontrando nos registros preservados nos modelados um auxílio, no sentido de entender como as paisagens evoluíram e quais processos atuaram (LIMA, 2015).

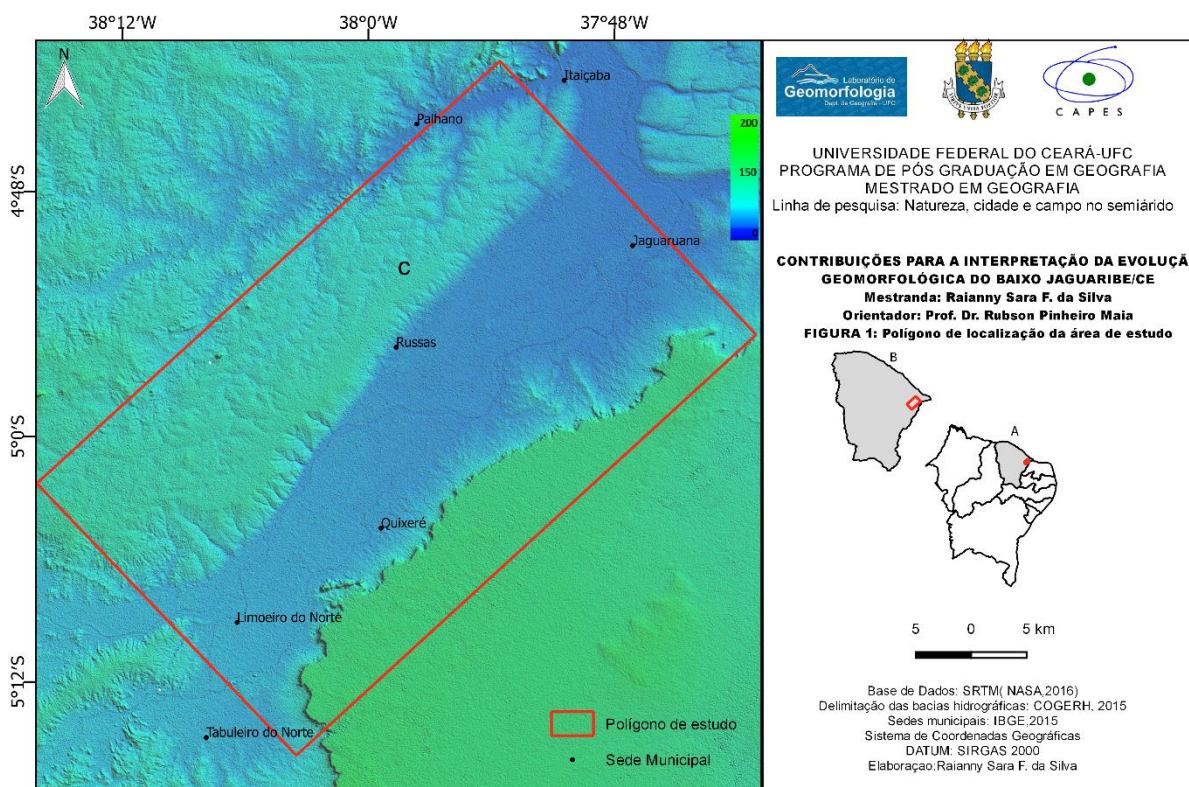
Para avaliação da evolução geomorfológica, a partir de sistemas fluviais, é indispensável a análise do Quaternário. Nesse período, as flutuações climáticas e as alterações no nível de base subsidiaram variações, tanto morfológicas quanto sedimentares no vales fluviais, deixando resquícios preservados no relevo (CREMON *et al*, 2014).

Desde as primeiras civilizações, os rios sempre despertaram o interesse humano. Na antiguidade, as explicações sobre o trabalho dos rios eram advindas de concepções religiosas, onde a igreja tinha o domínio do pensamento. A tentativa de se explicar a influência dos rios na esculturação das paisagens por parte dos pensadores alcançou um entendimento considerável no Renascimento. Porém, foi a partir do século XVIII que os trabalhos se tornaram mais expressivos (CHRISTOFOLLETI, 1980). Tratando-se de Brasil, segundo Bigarella (2003), os estudos voltados a processos fluviais ganharam grande impulso nas últimas décadas, tendo forte contribuição da engenharia hidráulica e das geociências.

Nesse contexto, a relevância de tratar o Baixo Jaguaribe se refere ao interesse e a contribuição para a geomorfologia regional, especialmente acerca dos processos e mecanismos responsáveis pela evolução geomorfológica da área em questão. A paisagem jaguaribana é produto de diversas fases morfopedogenéticas, responsáveis pelo entendimento e essenciais na reconstrução evolutiva da área de estudo, desde a superfície de aplainamento pré-cretácea até sua configuração atual.

Limitada entre duas escarpas (escarpa da Bacia Potiguar a leste e escarpa dos terraços aluviais a oeste), o polígono de estudo (Figura 1) abrange um total de aproximadamente 1.900 km². A delimitação escolhida deve-se ao fato de proporcionar melhor análise de elementos como: sentido de migração de canal, maiores exposições dos afloramentos nos terraços, análise de morfologia de canal e da escarpa.

Figura 1– Localização do polígono de estudo (C). Situação da área no Estado do Ceará (B). Situação do Estado do Ceará em nível de Nordeste (A).



Nessa perspectiva, a pesquisa teve como foco central explicar os processos que contribuíram na evolução geomorfológica do baixo vale do Jaguaribe, oferecendo, assim, contribuições a pesquisas posteriores e ao conhecimento da geomorfologia regional. Os estudos efetuados no Baixo Jaguaribe foram voltados às alterações no canal atual, por meio das produções de Cavalcante (2001;2012), Bezerra (2009;2010) e Andrade (2016).

A investigação dos registros antigos, junto à planície recente, tem sido utilizada como ferramenta para considerações a respeito da evolução e do

comportamento têmporo espacial dos processos geomorfológicos nos vales fluviais (SANTOS *et al*, 2009).

Destarte, a presente dissertação está dividida em seis capítulos de discussões, apresentando a seguinte estruturação:

No primeiro capítulo é abordada a apresentação da área, localização do polígono de estudo, objetivos e sobretudo a importância da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe. O segundo capítulo discute os pressupostos teóricos que embasaram a pesquisa.

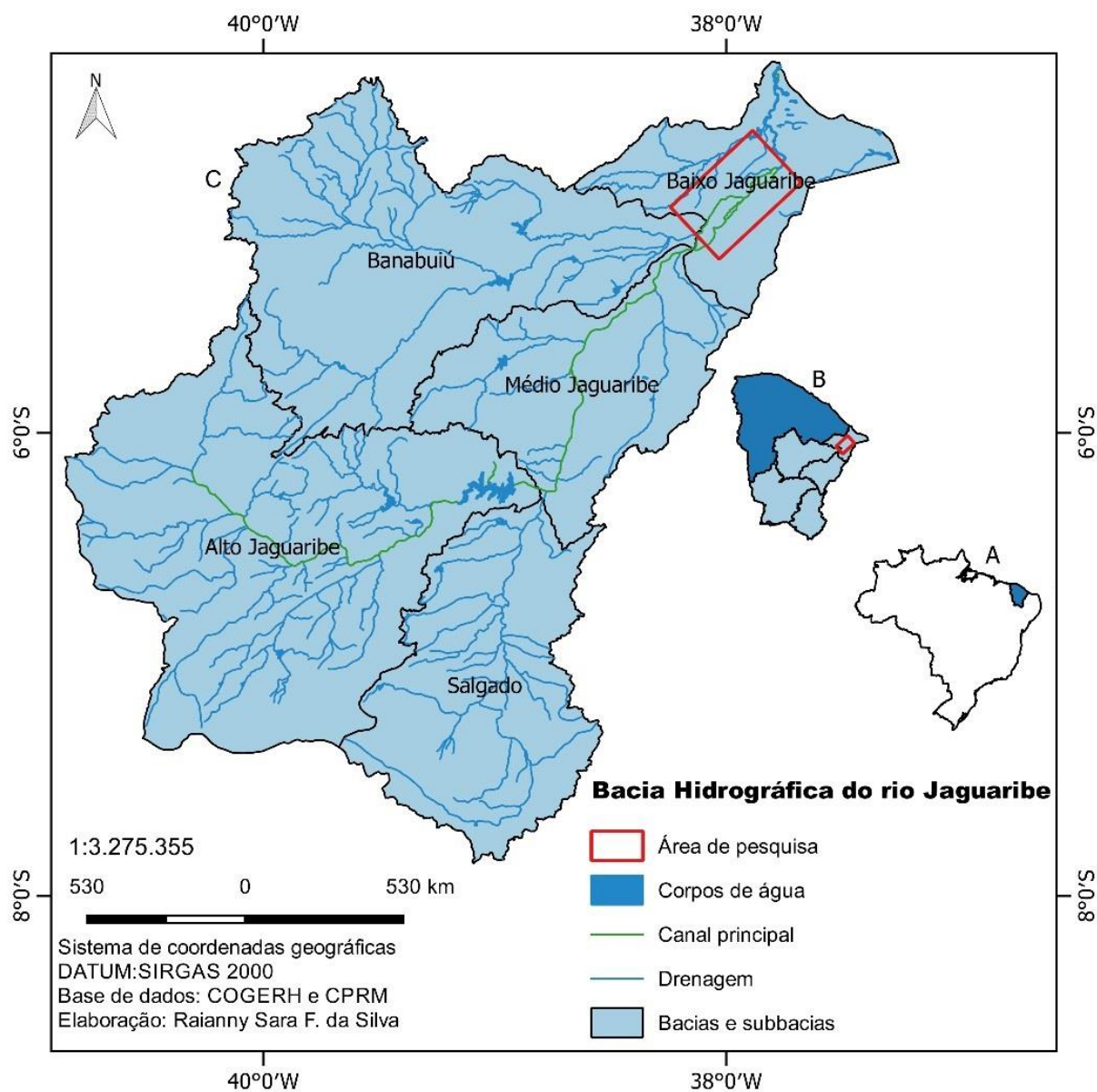
A caracterização natural da área é abordada no terceiro capítulo, seguida do percurso metodológico, discorrido no quarto capítulo. No quinto capítulo, aborda-se a contextualização estrutural da área, enfatizando os processos que formaram as estruturas que sustentam o relevo.

E por fim, o sexto capítulo expõe os resultados obtidos ao longo da pesquisa, resultados de  ndice Multiespectral, perfis do embasamento, paleocanais e relação da escarpa com a borda da bacia potiguar. Neste sentido, os resultados, agregados a dados de pesquisas anteriores, subsidiaram no entendimento da evolução geomorfológica da  rea.

1.1 Apresentação geral da Bacia hidrográfica do rio Jaguaribe

A  rea de estudo pertence   bacia hidrográfica do baixo curso do Jaguaribe, cujo rio, de denominação hom nima, drena uma área de 74.000 Km² e extensão de 610 km. Constituindo-se de grande relevância hídrica para o Estado do Ceará, a bacia do Jaguaribe ocupa aproximadamente 51% do território estadual, possuindo cinco sub-bacias (Figura 2). São elas: Bacia do Alto Jaguaribe, bacia do médio Jaguaribe, bacia do baixo Jaguaribe, e sub-bacias do Banabuiú e Salgado, estando o polígono de estudo na bacia do baixo Jaguaribe (RADAMBRASIL, 1981; CPRM, 1996; 2003; DNPM, 2013; COGERH,2015).

Figura 2– Bacia e sub-bacias do rio Jaguaribe com o polígono de estudo (C). Situação da bacia e sub-bacias no Estado do Ceará(B). Situação do Ceará em nível de Brasil(C).



A bacia do Jaguaribe, no seu alto e médio curso, apresenta uma largura média de 220 km, passando a 80 km no baixo curso (RADAMBRASIL,1981; GATTO,1999; MAIA, 2005). Ao chegar no baixo curso, o vale apresenta extensão de 10 km, situada a um nível de 30 m de altitude.

Em seu alto curso, nas nascentes dos principais rios que formam o rio Jaguaribe, o mesmo possui declividades que varia de 15 a 25 m km⁻¹. No geral, este rio apresenta baixas declividades, chegando a 0,77 m km⁻¹ no alto curso e 0,43m km⁻¹. De acordo com Cavalcante (2012), o alto e médio curso do Jaguaribe apresenta

controle estrutural mais nítido, onde inflexões bruscas denunciam tal assertiva. Partindo de Tauá, o rio segue direção NW-SE até o encontro com o riacho da Conceição, que por sua vez avança na direção leste até a foz do rio Salgado, próximo a Icó.

Posteriormente à cidade de Icó, o rio modifica repentinamente seu trajeto e segue direção norte até poucos quilômetros antes de cidade de Jaguaribe. Logo após à cidade de Jaguaribe, o rio segue direção nordeste até o município de Jaguaruana, seguindo novamente no sentido norte até sua foz no município de Fortim (CAVALCANTE, 2012).

Em linhas gerais, a bacia do Jaguaribe apresenta drenagem do tipo subdendrítica, marcada pelo substrato cristalino. Os padrões de canais que são observados no alto curso caracterizam um canal do tipo retilíneo ou pouco sinuoso. Já a transição do médio para o baixo curso apresenta diferentes padrões, marcado pela preponderância de deposição, podendo ser classificado como do tipo *Wandering gravel-bed* (CAVALCANTE *op.cit*).

Constituindo a maior bacia hidrográfica do Estado do Ceará, a bacia do rio Jaguaribe se comporta como um dispersor de drenagem, chamada de “Depressão do Jaguaribe”, derivada de processos morfoestruturais. A bacia do Jaguaribe tem sua drenagem em direção ao Atlântico, apresentando controle estrutural. Em suas adjacências, formou-se um amplo anfiteatro erosivo voltado para o referido oceano. Nesse contexto, a bacia do Jaguaribe, se instalou na parte central do anfiteatro erosivo favorecendo a dissecação (MAIA e BEZERRA, 2012).

De acordo com Maia *et al*, (2008), o baixo curso do rio está instalado em um graben proveniente da reativação de uma falha transcorrente. Em nível regional, o Jaguaribe drena seu deflúvio estando submetido a um controle estrutural, haja vista que o rio segue no sentido NE-SW, coincidente com a preferência da zona de cisalhamento. Com a abertura do oceano no Cretáceo superior, os esforços distensivos ocasionaram o afinamento crustal, fato que favoreceu a dispersão da drenagem em direção ao oceano (MAIA e BEZERRA, 2012).

A região do Baixo Jaguaribe abrange 7,66% do Estado do Ceará, com área de 11.000 km². Este recorte está inserido completamente dentro do domínio do clima semiárido. O seu contexto geológico apresenta rochas do embasamento cristalino, delineando os inselbergues e a depressão sertaneja. Em seguida, as unidades

cretáceas da Bacia Potiguar salientam as formações Jandaíra e Açú, compondo o relevo cuestiforme da Chapada do Apodi. Na margem esquerda do rio Jaguaribe, afloram em topografia mais elevada os tabuleiros, compondo os depósitos aluviais de idade plio-pleistocênica. De acordo com Maia (2005), os depósitos possuem topografia plana, estando na cota de 80 m, em relação a planície atual onde o desnível topográfico é de 50 m. Na planície fluvial estão os sedimentos quaternários chamados de aluviões, compondo o nível atual (DNPM, 2013).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

- Propor uma análise dos elementos responsáveis pela evolução geomorfológica do Baixo Jaguaribe-CE.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Entender os processos que deram origem às bases de sustentação do relevo da área;
- Compreender os processos de formação dos terraços e implantação do Vale fluvial;
- Verificar a relação entre a escarpa da Bacia Potiguar e a evolução do canal;
- Analisar as marcas de evolução do canal a partir dos registros de paleocanais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Organização das bacias de drenagem

Os rios representam os principais agentes modeladores da paisagem terrestre, desempenhando papel importante na erosão, transporte e deposição. Ao longo da bacia de drenagem, os canais interligam fenômenos da atmosfera interior e da litosfera, esculpando as formas de relevo (PENTEADO, 1980; BIGARELLA, 2003; LATRUBESSE *et al*, 2005; PRESS *et al*, 2008; NETTO, 2012).

Algumas variáveis são responsáveis pela formação e organização dos sistemas fluviais. Seguindo este raciocínio, quatro elementos podem ser destacados: a variação topográfica dos terrenos, a condição climática que condicionará os processos intempéricos, o regime de precipitações e o substrato cristalino que favorecerá o escoamento (LIMA, 2006).

No clima semiárido, onde os regimes pluviométricos são variados, o processo de escoamento superficial se sobressai durante a estação chuvosa. Acompanhando o caimento topográfico, as chuvas torrenciais dão origem ao escoamento do tipo difuso. Mobilizam-se, assim, os detritos derivados da desagregação mecânica, por meio de um processo seletivo oriundo da competência do agente. O material grosseiro permanece na periferia dos relevos residuais, enquanto os clásticos finos são mobilizados a uma distância maior. Desta forma, justificam-se a redução do manto de alteração das rochas, além da elevada frequência de lajedos e de chãos pedregosos (SOUZA, 2000).

Na bacia de drenagem, existem algumas variáveis que são consideradas como independentes e dependentes. Elementos como o tempo, o clima, a litologia, assim como a tectônica influenciam fortemente o escoamento e produção de sedimentos dentro do sistema, estabelecendo a morfologia característica da drenagem (densidade, forma do canal, gradiente e padrão), tornando a morfologia da rede de drenagem uma variável dependente (SCHUMM e LICHTY, 1965). Nessa lógica, a forma da rede de drenagem seria uma variável vinculada à interação dos fatores supracitados.

O clima, variável externa que regula a bacia de drenagem, através das variações sazonais e anuais, pode ocasionar mudanças no sistema como um todo. A duração e intensidade de precipitações, assim como possíveis tempestades podem causar ajustes e alterações dentro da bacia (CHARLTON, 2008).

A autora referida acima, enfatiza que a tectônica refere-se as forças internas que podem deformar a crosta. Estas forças podem levar a elevação, subsidência localizada nas áreas da bacia de drenagem. Estas perturbações alteram a forma de escoamento, aumentando a disponibilidade de energia e modificando as taxas de produção de sedimentos. Os gradientes do vale são alterados pela elevação localizada que podem afetar os padrões de canais.

O tamanho da bacia de drenagem determinará o volume disponível para o armazenamento de sedimentos. Sendo assim, quanto maior a bacia, conseqüentemente o material que irá ser erodido e transportado será maior. Desta forma, as áreas situadas nos baixos cursos receberão um maior volume e acúmulo de sedimentos.

Os rios drenam seus cursos através da bacia de drenagem e são delineados em uma variedade de substratos rochosos, sendo alimentados por uma rede de canais que transporta água e sedimentos. Neste processo, são significativos: o substrato do canal, a largura do vale, a inclinação do vale, a vegetação que compõem as margens. Os cursos fluviais ajustam seus canais em resposta à flutuação do fluxo e ao suprimento de sedimentos (CHARLTON, op. cit).

2.1.1 Dinâmica dos sistemas fluviais

Considerado como sistema aberto, os rios são comandados pela energia e pelos materiais que entram na bacia de drenagem, onde a mesma é considerada como a unidade básica do sistema fluvial (CHARLTON, 2008). O sistema fluvial é influenciado também por mudanças de nível de base, no sentido de restabelecer o seu perfil de equilíbrio (SCHUMM, 1993).

As formas de relevo esculpidas pela ação fluvial devem-se a diversos fatores, dentre eles o escoamento concentrado nos canais fluviais, uma vez que os rios funcionam como canais de defluência. De acordo com Christofolletti (1980), o fluxo

das águas compreende a quantidade de água que alcança os canais, incluindo-se o a precipitação pluvial. O volume de água escoada vai depender do regime de precipitação na bacia hidrográfica, das condições de infiltração e da drenagem subterrânea. Esse volume é denominado de vazão.

A vazão ou descarga é o volume de água que passa em um determinado ponto e num dado momento, à medida que flui por um canal de uma certa largura e profundidade. Para executar a medição da vazão ou descarga, geralmente mede-se esta em metros cúbicos por segundo — m^3/s (NOVO, 2008).

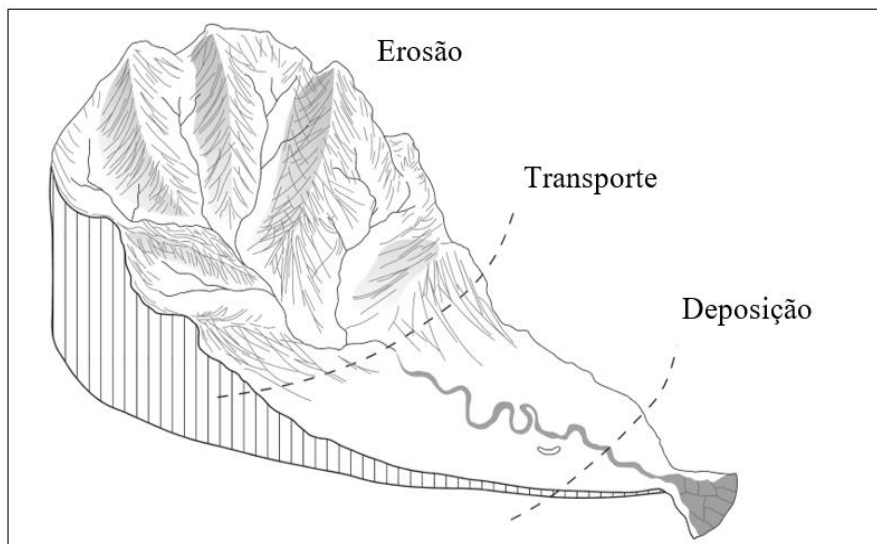
Latrubesse *et al* (2005) ressaltam que, no caso dos rios tropicais, a variabilidade das vazões é notada durante a estação chuvosa, de correntes mais significativas. Entretanto, quando a precipitação diminui prepondera baixos fluxos. Em alguns casos, apresentam duas máximas, uma principal e outra secundária durante o ano, assinalando a precipitação como principal fator de determinação das estações. Sendo assim, a quantidade e a distribuição temporal das chuvas são critérios que devem ser sempre considerados, quando tratamos de vazões.

Cavalcante e Cunha (2011) afirmam que, no caso de rios que correm em áreas semiáridas, as variações de vazões em curtos espaços de tempo, comandadas pelos regimes de chuva, contribuem para mudanças na morfologia de canais, fato que Stanley A. Schumm denominou de “metamorfose do rio” (HUGGET,2007). Além de fatores hidrológicos, outro fator que pode causar mudanças na estrutura dos cursos fluviais são o ambiente geológico pelo qual ocorre o escoamento fluvial (SCHUMM e LICHTY, 1965).

Leopold *et al* (1957) afirmam que a forma do canal na seção transversal caracteriza-se pela quantidade, o tipo de sedimento em movimento na seção, bem como a composição dos materiais que compõem o leito e as margens do canal. A descarga tem poder de controle sobre a forma do canal, em parceria com a resistência do fluxo e a velocidade do fluxo no canal fluvial (HUGGET, 2007).

O trabalho que o rio executa ao longo de seu perfil longitudinal está relacionado a três zonas de domínio de processos, operando de forma dinâmica para o equilíbrio do sistema fluvial. Para Charlton (2008), as três porções referem-se à área de produção de sedimentos — situada nas áreas de alto de curso —, transporte de sedimentos, — situadas no médio curso — e deposição de sedimentos — nos baixos cursos fluviais (Figura 3).

Figura 3-Zonas de domínios de processos: erosão, transporte e deposição.



Fonte: Adaptado de Charlton, 2008.

A produção de sedimentos situa-se nas cabeceiras, onde ocorre os processos de meteorização e erosão das partículas, carregadas para jusante. No setor de transporte, o sedimento é levado mediante a rede de canais na chamada zona de transferência de materiais, provenientes de montante. Neste momento, a produção de sedimentos não é tão expressiva. À medida que o material se aproxima da região de baixo curso, ocorre o declínio do gradiente e a energia disponível para a realização do transporte torna-se reduzida, predominando a deposição de sedimentos (CHARLTON, 2008).

De acordo com Cunha (2012), no decorrer do tempo e do espaço, os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos alternam-se e são definidos pela velocidade e turbulência do fluxo dentro do canal. Estes três processos são considerados dependentes entre si e não resultam apenas nas modificações existentes no fluxo, mas também pela carga disponível.

A velocidade e turbulência definem a capacidade de erosão das águas, assim como o volume das partículas por elas transportados, através de três modos: suspensão, saltação e rolamento. As partículas movidas por suspensão ocorrem em fluxos turbulentos, movendo as partículas menores (PENTEADO, 1980). Para Suguio

(2003), a suspensão é o mecanismo de transporte responsável pela deposição de silte e argila.

Para essas partes muito pequenas, a velocidade com que ocorre a decantação “é diretamente proporcional as diferenças de densidades entre a partícula e o fluido, à esfericidade da partícula, e ao quadrado do diâmetro da partícula é inversamente proporcional à viscosidade do fluxo” (CUNHA, 2012, p. 233).

No transporte por saltação, os elementos são elevados do leito, acelerados pelo fluxo. Neste tipo de transporte são carregados areia e pequenos seixos. Já no caso do transporte por rolamento, ocorre o arraste de blocos para jusante, mas sempre mantém contato com o leito (CHRISTOFOLETTI, 1981).

2.2 As Planícies Aluviais

O transporte e a deposição de sedimentos, dependem diretamente da ação dos rios, como já explicitado anteriormente (NICHOLS, 2009). Os sistemas fluviais depositam materiais, acumulando sedimentos nas áreas de baixos cursos, constituindo as denominadas planícies aluviais.

Na formação das planícies aluviais, a deposição de sedimentos é o principal processo que as configura, estando relacionadas ao fluxo da água, que carrega os detritos e o gradiente topográfico. Os principais tipos de deposição relacionados com o fluxo da água dizem respeito às camadas de sedimentos arenosos, sílticos ou cascalhentos, depositada pela rede de canais. Há que se levar em conta os depósitos de preenchimento de canais, que em uma fase deposicional são preenchidos pelos sedimentos carregados pelo fluxo, com granulometria mais grosseira (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Os sedimentos transportados para a área de baixo curso são carregados pela rede de canais. No entanto, uma parcela de sedimento que sai da bacia de drenagem pode ficar estacionado ao longo do caminho. Quando este sedimento é submetido mais uma vez a uma fase erosiva, este é remobilizado e transportado através do sistema fluvial (CHARLTON, 2008).

2.3 As mudanças climáticas do Quaternário

O período Quaternário é considerado por Lowe e Walker (1984) e Salgado-Labouriau (1994) como sinônimo da “idade do gelo”. Encontra-se caracterizado por atividade glacial intensa e períodos de interglaciais quentes, onde os episódios de temperaturas mais altas podem ter sido maiores do que aquelas experimentadas atualmente. Este período está dividido em duas épocas muito desiguais, que são o Pleistoceno, mais longo e o Holoceno, mais curto.

O Quaternário apresentou importantes pulsações climáticas, onde os ciclos de glaciações, intercalados com as interglaciações, representaram a característica mais importante do período. Importantes registros demonstraram, através de isótopos de oxigênio, pólen e foraminíferos, que a temperatura do mar teve queda no final do plioceno em todo o globo, marcando o fim do Neógeno e iniciando o Pleistoceno, em aproximadamente 1.6 M.a. A queda da temperatura no Plioceno resultou em um grande avanço dos glaciares em todo o planeta, avançando em direção as baixas latitudes, no Hemisfério Norte e no Hemisfério Sul (SALGADO-LABOURIAU, 1994).

Salgado-Labouriau (1994), afirma que as glaciações pleistocênicas tinham cerca de 100 mil anos de duração, enquanto que as fases mais quentes, os interglaciais, a duração era mais curta, com cerca de 20 mil anos de duração. No Quaternário, as evidências apontam pelo menos quatro glaciações, intercaladas com cinco interglaciações.

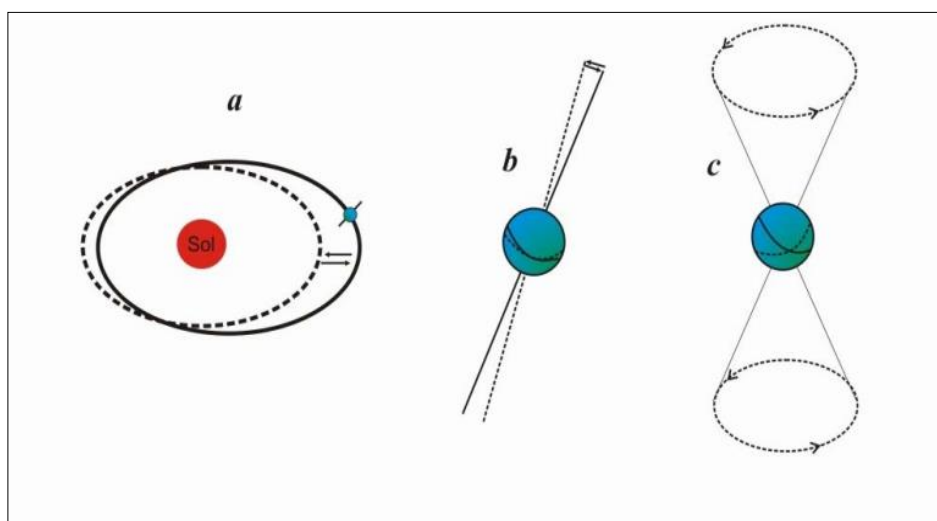
Para Silva (2007), as causas das glaciações e de interglaciações eram advindas de mudanças na radiação solar. As descobertas matemáticas do engenheiro e geofísico sérvio Milutin Milankovitch apontaram três causas: a) excentricidade da órbita; b) obliquidade do eixo; c) precessão dos equinócios (Figura 4). Para Ferreira (2002), a teoria deste cientista indica que as fases de glaciação ocorrem quando:

- Entre o sol e a Terra a distância é maior e o verão começando no afélio;
- A excentricidade atinge o máximo, quando a distância entre o sol e Terra no afélio é a maior possível;
- A obliquidade é baixa, a diferença entre o verão e inverno é fraca e o contraste latitudinal é maior.

Ferreira (2002) aponta que a teoria apresentada por Milankovitch foi apresentada pela primeira vez no ano de 1924, onde as deduções realizadas acerca das fases frias e quentes foram bem recebidas pela comunidade científica. As deduções atestavam que a sequência de fases frias e quentes adaptavam-se bem às glaciações alpinas. Porém, anos mais tarde, com o surgimento de técnicas avançadas, as datações por radiocarbono, palinologia e estratigrafia revelaram que as condições climáticas eram bem mais complexas que teorias até então apresentadas.

Milankovitch fez cálculos apresentando respostas do manto de gelo em relação à quantidade de radiação solar recebida. Os trabalhos publicados no ano de 1938 mostraram as variações em latitude das margens do manto de gelo nos últimos seiscentos e cinquenta mil anos (SILVA,2007).

Figura 4– Ciclo de Milankovitch. (a) excentricidade, (b)obliquidade e (c) precessão dos equinócios.



Fonte: Ferreira, 2002

De acordo com Suguio (2010), a última expansão máxima das geleiras teria ocorrido há cerca de 18.000 anos, quando simultaneamente o avanço teria se dado na Escandinávia, América do Norte, Antártica e nos Andes. Porém, através de novas pesquisas surgiram hipóteses de que os glaciares teriam surgido na Antártica mais cedo. Já a última glaciação teria ocorrido cerca de 13.000 a 10.000 anos, ligada à queda na temperatura durante a última transição do glacial para interglacial.

No Holoceno médio, há 9.000 a 2.500 anos, teria ocorrido a idade Hipsitêmica, também chamada de Ótimo climático. Naquela ocasião, a temperatura

média global teria sido de 1°C a 2°C superior ao que encontra atualmente, chegando a 15° C. Esse aumento de temperatura ocasionou, no Brasil, a subida do nível do mar de 4 m a 5 m, atingindo o ponto máximo a aproximadamente 5.100 anos (SUGUIO, 2010).

Ab' Saber (1957) acredita que, no Brasil, os estudos voltados às variações climáticas do Quaternário na década de 1950 ainda eram restritos, sugerindo que as pesquisas eram provisórias e de valor relativo. Porém, destacou que para o Nordeste Oriental, mais precisamente no vale do São Francisco, registros apontavam uma ocorrência de climas úmidos alternados com fases áridas ou semiáridas que teriam elaborado de maneira geral o relevo da área.

As mudanças climáticas do Quaternário recentemente são analisadas de acordo com análises palinológicas, estudos isotópicos, dentre outros. Para Oliveira *et al.* (2014), a classificação paleoclimática para o Nordeste brasileiro foi baseada nas concepções de Ab'Saber, conhecida como teoria dos Refúgios Florestais, onde a caatinga se tornava a vegetação predominante no último máximo glacial no Hemisfério Norte, há cerca de 18.000 anos.

Estudando análise palinológica de sedimentos, Oliveira *et al.* (1999) e Oliveira *et al.* (2014) reconheceram que, na transição Pleistoceno/Holoceno, no estado da Bahia teria a presença nas florestas montanas o clima tropical úmido, com a predominância de vegetação do tipo Floresta Ombrófila Densa, apresentando características taxonômicas de origem amazônica e atlântica. Assim, os registros palinológicos revelam que existia um corredor de migração entre a Amazônia e a Mata Atlântica e grande umidade que persistiu desde a transição entre o Pleistoceno /Holoceno até 8.000 anos.

Em Pernambuco, o registro palinológico mostra um cenário em que o setor oeste do referido estado teria sido dominado por uma fase quente e úmida entre 8.400 até cerca de 6.000 anos. Elementos sugerem que a vegetação da caatinga que se estabeleceu nesse período era idêntica a atual. Registros realizados no Piauí, afirmam que por volta de 3.000 anos teria ocorrido uma queda da umidade, estabelecendo condições semiáridas (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

No Estado do Ceará, de acordo com Meireles (2005; 2014) as mudanças climáticas e, conseqüentemente alterações no nível do mar puderam ser comprovadas no litoral cearense, onde as formas litorâneas foram resultantes das

variações do nível do mar (transgressões e regressões marinhas). A planície de Icapuí evidencia um dos pontos de maior constatação de flutuações do nível do mar desde o Pleistoceno. Durante a penúltima transgressão marinha ocorrida na referida época, o mar atingiu altitudes superiores a 8 m acima do nível atual. Esse evento foi responsável pela modelagem das falésias mortas existentes no município de Icapuí/Ce e pela formação de plataformas de abrasão em vários outros pontos do litoral cearense. Uma regressão subsequente rebaixou o nível de mar em mais de 100 m se comparado com o nível atual, que na costa leste e nordeste brasileira, favoreceu a formação de uma planície pleistocênica. Neste evento, os rios tinham seus vales encaixados na plataforma continental.

No que se refere à última transgressão marinha, no Holoceno, o nível do mar alcançou uma cota de 4 m acima do mar atual. No Ceará, esta transgressão teria sido responsável pelo retrabalhamento dos terraços originados na fase regressiva anterior (MEIRELES, 2005).

2.4 Nível de base e os sistemas fluviais

O conceito de nível de base de erosão teve sua primeira classificação no século XIX, sendo atribuído o mérito a J.W.Powell no ano de 1875, quando ele sugeriu leis que deveriam reger a dinâmica dos rios. Posteriormente, W.M. Davis, em 1902, criticou a definição dos pesquisadores, classificando o termo em três tipos: nível de base geral, nível de base intermediário e nível de base local (CHRISTOFOLETTI, 1981; LANA e CASTRO, 2012).

A definição de nível de base para Leinz e Mendes (1959) *apud* Lana e Castro(2012), seria o nível limite onde a ação erosiva das águas não poderiam mais rebaixar a região. Dessa forma, o nível do mar ou o nível de um lago representariam os níveis de base para os rios que ali desembocam.

Lana e Castro (2012) trazem algumas concepções de nível de base, apresentadas na literatura. Um exemplo a ser mencionado é a definição de Thornbury (1958), que o admite como o limite inferior de aprofundamento de um vale ou da erosão fluvial. Suguio (1992;2003), por sua vez, define que seria o limite topográfico, abaixo do qual uma drenagem não consegue erodir o continente, representando o

estado de equilíbrio num dado momento entre a deposição e erosão, entendido também como nível de base de erosão.

Outros autores, como Grotzinger e Jordan (2013), afirmam que os rios podem ser controlados pelo nível de base. Nesse caso, seria a elevação na qual ele termina desembocado em um grande corpo de água, como lago ou o oceano. Os rios não podem entalhar abaixo do nível de base.

Dentre os fatores que alteram o nível de base dos rios estão os processos tectônicos. Com a subida do nível de base regional, “o perfil longitudinal mostrará efeitos de sedimentação, à medida que o rio formará novos depósitos de canal e de planície de inundação para alcançar essa nova elevação, mais alta que a do nível anterior” (GROTZINGER e JORDAN, 2013, p.528).

Além da tectônica, a eustasia também tem influência direta sobre o nível de base final de todos os cursos fluviais exórricos, exercendo papel fundamental na evolução morfológica e sedimentar (LANA e CASTRO, 2012). Quando ocorre a descida do nível do mar, o nível de base regional e o perfil longitudinal dos rios são modificados. Desta forma, processa-se o rebaixamento do nível regional de todos os rios que tem foz nos oceanos, fazendo com que seus vales sejam entalhados nos depósitos fluviais formados anteriormente. No último ápice glacial, com a descida do nível do mar os rios conseguiram erodir seus vales incisivos nas áreas de planícies costeiras e nas plataformas continentais (GROTZINGER e JORDAN, op. cit).

2.5 Contribuições da Estratigrafia nos estudos em geomorfologia

A partir da compreensão da dinâmica fluvial e sedimentar discutida no decorrer do presente capítulo, torna-se necessário entender a estratigrafia, e entendermos sua aplicabilidade dentro da Geomorfologia. Para Mendes (1986), a primeira classificação deste ramo da geologia teria surgido na Europa no século XVIII. Porém, anteriormente já existiam estudos e análises sobre estratigrafia. Foi classificada por Suguio (1973) como o estudo do comportamento espacial dos sedimentos, as estruturas e as peculiaridades dos corpos rochosos, podendo-se afirmar que a mesma estuda as relações temporais e espaciais entre sedimentos. Difere em parte da sedimentologia, que estuda os processos pelo qual as rochas

sedimentares se formaram, através da origem, transporte e deposição, sua diagênese e litificação. As duas áreas caminham juntas e contribuem nos estudos voltados a deposição de materiais.

Na interpretação do ambiente deposicional é importante definir a associação de fácies, que seria o conjunto de feições de uma camada. Para isto, pode ser aplicado um modelo de fácies, e este diz que “uma determinada sucessão vertical representa a projeção dos ambientes deposicionais contíguos existentes ao tempo da formação da sucessão...” (DELLA FÁVERA, 2001, p. 126).

Nas últimas décadas, as pesquisas voltadas a antigos ambientes de deposição têm sido amplamente discutidos sob o viés da geomorfologia, sobretudo a geomorfologia fluvial. Os modelos de sedimentação fluvial seriam uma tentativa de combinar observações morfológicas dos rios modernos com interpretações de sucessões antigas (MIALL, 2000).

Tais estudos estabelecem relações entre a geomorfologia, sedimentologia e estratigrafia. A identificação e classificação dos registros deposicionais permitem com que o pesquisador realize comparações entre os eventos paleogeomorfológicos e a dinâmica atual (JUNIOR *et al.*, 2010). Para Mello (1994, p.105), a associação entre a geomorfologia e estratigrafia tem sido demonstrada como uma abordagem fundamental para o reconhecimento dos depósitos quaternários, tornando-se “um instrumento valioso para a ordenação preliminar do registro quaternário”.

Santos (2005) também afirma a importância das fácies sedimentares para os estudos em geomorfologia fluvial, ressaltando que a reconstituição paleogeográfica necessita da análise do registro sedimentar, através das fácies sedimentares. Os ambientes de deposição, sejam recentes ou antigos, necessitam de análises de fácies. Os mais recentes referem-se a área da planície atual, enquanto aos ambientes antigos denota-se para áreas de terraços aluviais.

De acordo com Hingel *et al.* (2011), para estudos da evolução quaternária em ambientes fluviais, é necessário integrar a geomorfologia e estratigrafia, a fim de encontrar respostas para processos passados. Assim, os trabalhos que envolvem análise de depósitos necessitam da estratigrafia, seja no campo da geomorfologia fluvial ou áreas afins. O desenvolvimento de modelos baseados em análises de morfologias em exposição geram respostas, capazes de reconstituir o passado do ambiente fluvial. Stanford, *et al.* (2016), conclui este raciocínio alegando que, para a

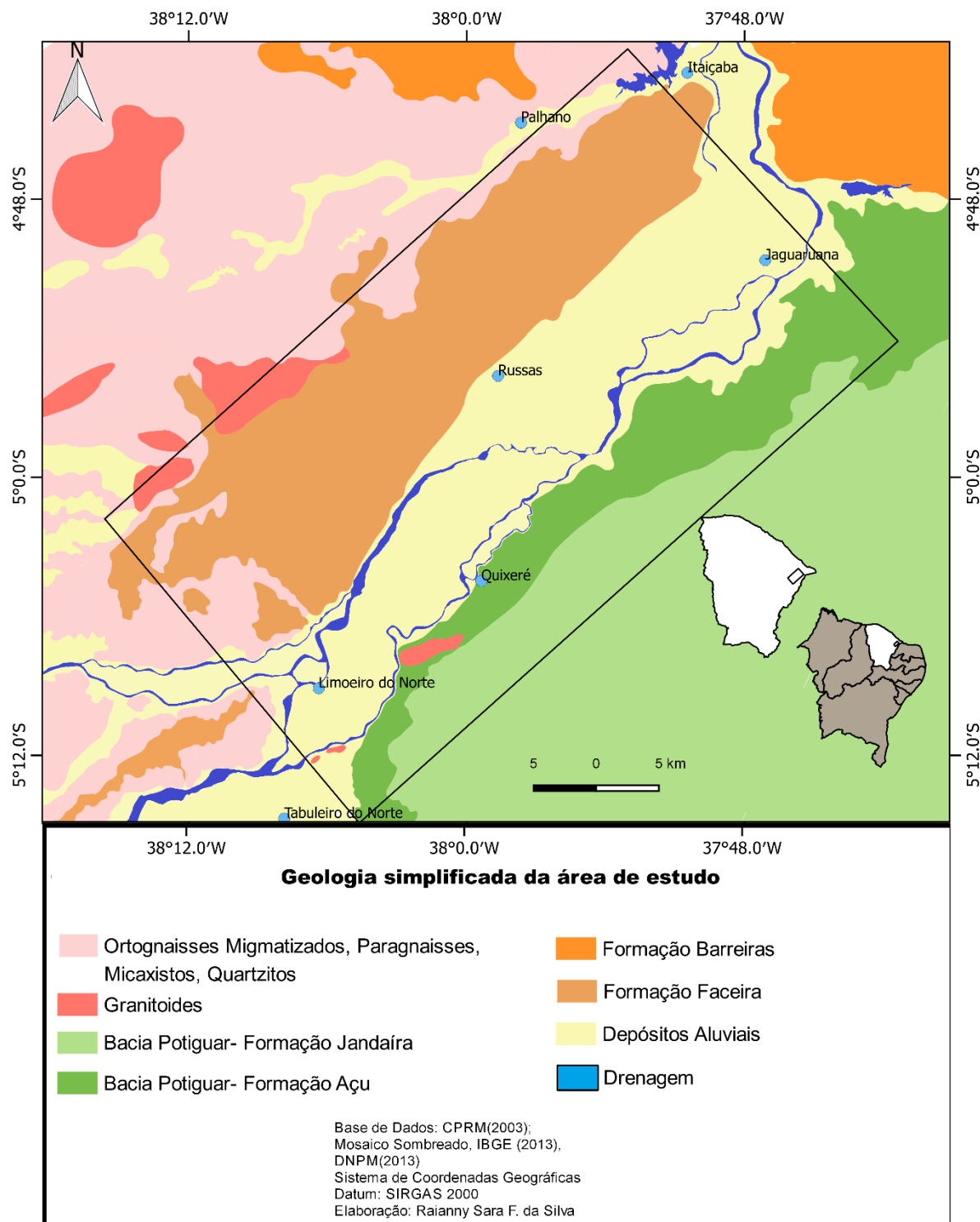
reconstrução da história fluvial, são necessárias a multidisciplinaridade e a integração com outras áreas.

3 CARACTERIZAÇÃO NATURAL DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Geologia

Inserida geologicamente no Domínio Setentrional da Província Borborema, a área de estudo (Figura 5) possui as seguintes unidades litoestratigráficas que abrangem o setor em questão, são elas: rochas do embasamento cristalino (granitoides, ortognaisses migmatizados, paragnaisses, Micaxistos), Bacia Potiguar (Formação Jandaíra e Formação Açú) e os Depósitos Cenozoicos, dividido em Formação Faceira e Depósitos aluviais e ao norte do Polígono de estudo, a Formação Barreiras.

Figura 5– Geologia da área de pesquisa.



3.1.1 Embasamento Cristalino

O embasamento cristalino que compõe o polígono de estudo possui pouca expressividade em termos de exposição em superfície, devido à área apresentar predomínio de rochas sedimentares sobrepostas ao embasamento. Segundo Couto (1999), o embasamento é composto por rochas migmatíticas, metassedimentos e por núcleos granitoides. Segundo Souza *et al.* (2002), o embasamento apresenta rochas gnáissicas, quartzíticas, micaxistos, com elevado de grau de metamorfismo variando de fácies anfíbolito a granulito.

Na região do baixo curso, as rochas cristalinas — 25,70% — ocupam a porção oeste da Bacia. Possuem unidades litoestratigráficas representadas pelo Grupo Orós — composto por micaxistos diversos, quartzitos — e o Complexo Jaguaretama, do Paleoproterozoico — constituído de paragnaisses, ortognaisses migmatizados, de composição granítica e tonalítica (CPRM, 2003; CEARÁ, 2009; DNPM, 2013).

3.1.2 Bacia Potiguar

Situada no extremo leste da margem continental brasileira, a Bacia Potiguar abrange dois Estados do Nordeste: Rio Grande do Norte e Ceará. A Bacia possui duas porções, uma submersa e outra emersa. Situa-se no Estado do Rio Grande do Norte, estendendo também para o Estado do Ceará, compondo a borda oeste, em menor proporção (PESSOA NETO *et al.*, 2007).

No setor de pesquisa, pertencente à borda oeste da bacia, as rochas sedimentares constituintes e aflorantes são representadas pelo Grupo Apodi, subdividido nas formações Açú e Jandaíra. Os arenitos claros da Formação Açú são intercalados por folhelhos e siltitos. Já a Formação Jandaíra é constituída por calcários de coloração esbranquiçada, creme ou cinza, com intercalações de argilitos e evaporitos, apresentando associação fossilífera (SOUZA *et al.*, 2002).

3.1.3 Depósitos Cenozoicos

Os depósitos sedimentares cenozoicos quem compõem a área de estudo, frutos de deposição fluvial, estão discriminados em três tipos: Formação Barreiras (ao norte do Polígono), Formação Faceira e Depósitos Aluvionares.

Segundo estudos, a Formação Barreiras estaria atribuída a uma complexidade de eventos deposicionais, sugerindo que a agradação se deu através de sistemas estuarinos de vales incisos, durante fase transgressiva (ROSSETI *et al.*, 2013).

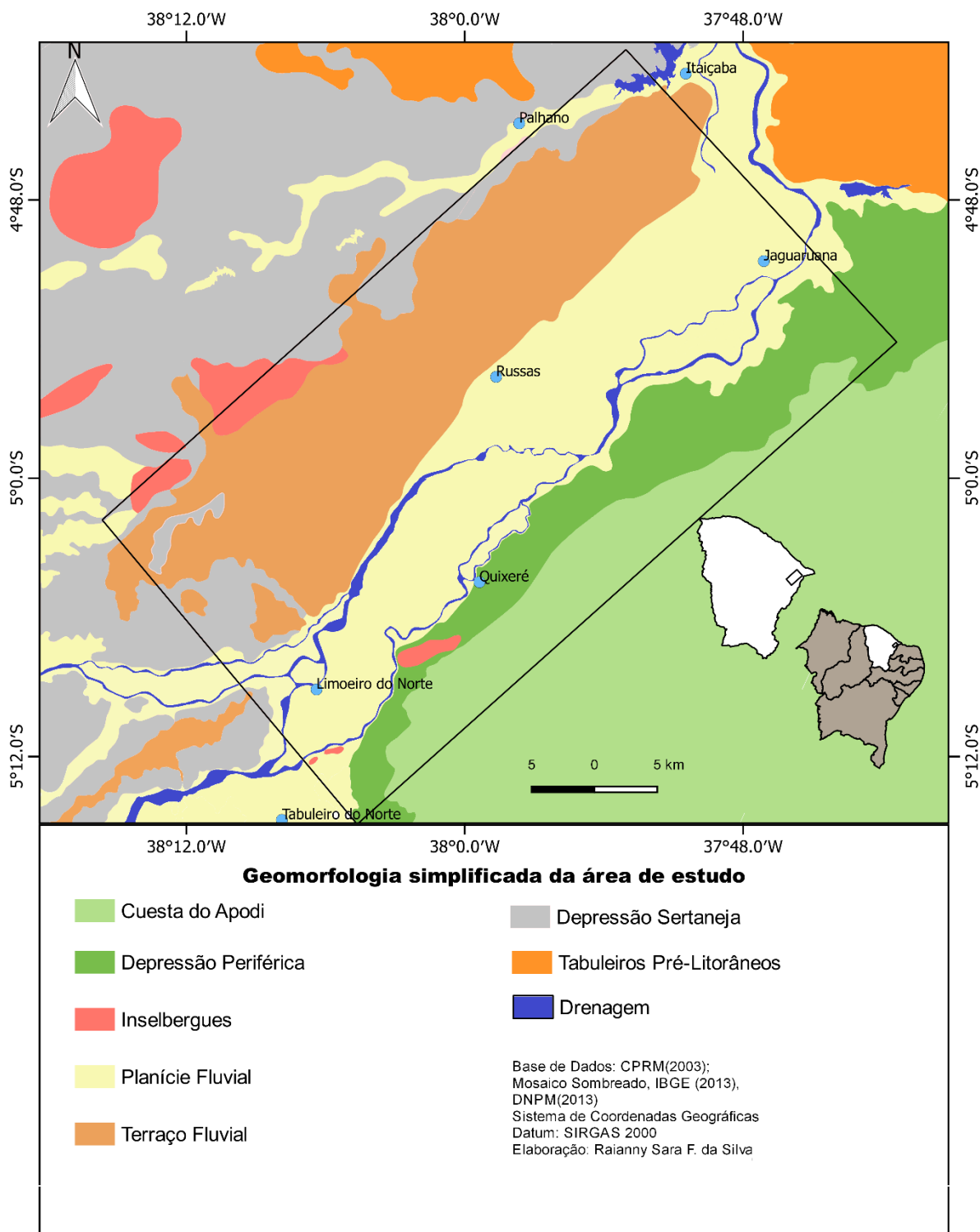
A Formação Faceira, constituída de conglomerados e arenitos, possui idade atribuída ao Pliopleistoceno. A ocorrência destes depósitos está situada na margem esquerda do rio Jaguaribe, depositada em discordância sobre o embasamento cristalino (RADAMBRASIL, 1981; CPRM, 1996; 2003; CEARÁ, 2009; DNPM, 2013).

Os depósitos aluvionares representam as coberturas sedimentares mais expressivas do estado do Ceará, ocupando nesta bacia o equivalente a uma área de 1000² km (GOMES NETO, 2007). As aluviões são compostos pelas areias finas a grosseiras, materiais de maior granulometria como os cascalhos e materiais de menor calibre, as argilas. Estes se propagam em toda a área de planície, com largura considerável no município de Russas (CPRM, 1996; DNPM, 2013).

3.2 Geomorfologia

A geomorfologia da área está compartimentada de forma simplificada em sete unidades: Depressão Sertaneja, Depressão Periférica, Planície Fluvial, Cuesta do Apodi, Inselbergues, os Tabuleiros Pré-litorâneos (ao norte do polígono de estudo) e Terraço Fluvial (Figura 6). Estes elementos compõem as morfologias presentes no setor de pesquisa e apresentam relevos dispostos em formas aplainadas, compreendendo as áreas de terraços e planícies. Os inselbergues que afloram na planície fluvial, estão dispostos em formas convexas.

Figura 6– Geomorfologia da área de pesquisa.



3.2.1 Depressão Sertaneja

Superfícies aplainadas resultantes da morfogênese mecânica, a Depressão Sertaneja que se apresenta na área possui pouca expressividade e constitui-se como herança de paleoclimas secos. Como resposta ao clima semiárido atual, suas características morfogenéticas produzem processos levando à pedimentação. Estas superfícies apresentam declives suaves convergindo para os fundos de vales (SOUZA *et al.*, 2002; LUCENA, 2014).

3.2.2 *Inselbergues*

Os inselbergues dispostos na área (Figura 7) apresentam feições convexas ao longo da planície do Rio Jaguaribe. Sua composição é granítica, de idade neoproterozoica (MIRANDA *et al.*, 2012). A exposição destas morfologias deve-se à erosão das formações Jandaíra e Açú, recuando a vertente e exumando o corpo granítico (MAIA, 2005).

Figura 7– Inselbergues graníticos na planície do rio Jaguaribe.



Fonte: Acervo da autora, 2016.

3.2.3 Depressão Periférica

A depressão periférica na área está situada pouco abaixo da Cuesta do Apodi, constituindo patamares dissecados de modo incipiente, situados pouco acima da planície fluvial do rio Jaguaribe, onde têm contato direto (MEIRELES, 2005). Geneticamente, estão associados à Bacia potiguar, substancializados na litologia arenítica da Formação Açu, possuindo colorações avermelhadas, esbranquiçadas e vermelho amarelas.

3.2.4 Cuesta do Apodi

Representando a porção superior da bacia potiguar, Cuesta do Apodi foi modelada na formação Jandaíra. Situa-se na porção leste do Estado do Ceará, fazendo divisa com o Rio Grande do Norte. No território cearense, esta morfologia abrange uma área de 2. 421,8 km², inserida nos municípios de Limoeiro do Norte, Quixeré, Jaguaruana, Aracati, Tabuleiro do Norte, Alto Santo e Potiretama (COSTA, 2009).

A Cuesta do Apodi corresponde a uma feição morfológica de um baixo planalto (Figura 8), com níveis altimétricos pouco acima dos 100 m. Apresenta no topo superfícies com caimento para o norte, conferindo ao relevo um aspecto cuestiforme. Composto pela formação Jandaíra, essa unidade apresenta superfícies bem conservadas (SOUZA, 2005; MEIRELES, 2005).

Figura 8– Cuesta do Apodi, apresentando morfologia suavemente inclinada.



Fonte: Acervo da autora, 2016

3.2.5 Terraço Fluvial

Os terraços fluviais se estendem pelos municípios de Limoeiro do Norte, Russas, Jaguaruana e Palhano, bem como no médio curso do rio Jaguaribe, em Nova Jaguaribara, ainda que de forma estreita. Representados pelas exposições pliopleistocênicas da Formação Faceira, exibem relevos tabulares e em nível topográfico mais elevado que a planície fluvial adjacente. Essas unidades sedimentares são classificados pela CPRM (2003; 1996) como pertencentes ao Grupo Barreiras. Os terraços do baixo Jaguaribe são sustentados por conglomerados e arenitos e apresentam níveis escalonados. Os processos geomorfológicos responsáveis pela formação dos tabuleiros estão relacionados a mudanças no nível de base regional ou local, fatores climáticos e tectônicos (MEIRELES, 2005).

3.2.6 Planície Fluvial

A planície fluvial que se apresenta no setor de estudo possui morfologia plana (Figura 9), formada a partir de deposições dos sedimentos transportados das zonas de alto e médio curso pelo rio Jaguaribe. O canal principal é controlado pelos

regimes de chuvas durante o ano que, em períodos chuvosos com vazões consideráveis, está sujeito a inundações periódicas (SOUZA *et al.*, 2005; LUCENA, 2014). De acordo com Maia (2005), a planície fluvial chega a atingir 10 km de largura no baixo curso, com predominância de material fino, de natureza arenoargilosa.

Figura 9– Planície Fluvial do rio Jaguaribe.



Fonte: Acervo da autora, 2016.

3.3 Clima

Tratando-se do contexto climático, o setor de pesquisa possui temperaturas médias entre 26° a 28° C. Os valores médios anuais de precipitação estão entre 720 mm e 900 mm, apresentando duas estações irregulares: uma estação chuvosa curta e outra estação prolongada seca (CEARÁ, 2009; IPECE, 2015).

O regime pluviométrico controla o fluxo hídrico do rio Jaguaribe ao longo dos primeiros meses do ano. Isto deve-se aos sistemas atmosféricos causadores ou inibidores de chuvas que atuam na Região Nordeste (FERREIRA e MELLO, 2005). Em momentos de estiagem, o fluxo passa por uma acentuada redução.

De acordo com Nimer (1989) e Ferreira e Mello (*op. cit.*), dentre os principais sistemas atmosféricos atuantes na região, destaca-se a ZCIT (Zona de

Convergência Intertropical). A ZCIT pode ser definida como um aglomerado de nuvens circundando a faixa equatorial do globo terrestre. Sua formação está condicionada pela confluência dos ventos alísios do Hemisfério Norte com os do Hemisfério Sul, em baixos níveis. Sua junção força o ar quente e úmido a ascender e provocar formação de nuvens.

Considerada como o fator atmosférico mais importante, a ZCIT migra sazonalmente de sua posição ao norte, aproximadamente 14° N nos meses entre agosto e outubro, para posições ao Sul, entre 2 a 4° S, entre fevereiro e abril. Esses meses fazem parte da quadra chuvosa no Nordeste. Além da Zona de Convergência Intertropical, outros sistemas atuam na região Nordeste ocasionando chuvas. Um exemplo são as frentes frias que penetram até as latitudes tropicais, atuando entre os meses de novembro e dezembro (FERREIRA e MELLO, 2005).

Para Ferreira e Mello, (2005), outro fator causador de chuvas no Nordeste constitui o Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN). Este sistema se forma no Oceano Atlântico, entre os meses de novembro e março, de forte papel para a pluviosidade de parte do nordeste brasileiro. Sua direção é de leste para oeste, com maior frequência entre os meses de janeiro e fevereiro.

3.4 Solos

Os solos que recobrem os terrenos do setor de estudo (EMBRAPA, 2012), são os Neossolos Flúvicos, os Argissolos, os Cambissolos e os Vertissolos.

Geneticamente originados de sedimentos aluviais, os Neossolos Flúvicos ocorrem nas planícies fluviais do Jaguaribe, do Banabuiú e de demais rios que compõem a bacia do Jaguaribe (LUCENA, 2014). As propriedades deste solo atribuem o horizonte A diretamente sobre o C e os consideram pouco evoluídos, porém com grande potencialidade agrícola (EMBRAPA, 2016).

Os Argissolos compõem a área dos tabuleiros e são considerados solos profundos a medianamente profundos, moderadamente drenados e com horizonte B textural. Possuem cores vermelhas a amarelas, textura argilosa, arenosa e baixos teores de matéria orgânica (EMBRAPA, 2016).

Os rebordos da Cuesta do Apodi são recobertos pelos Vertissolos. Constituem solos minerais argilosos que possuem horizonte vértico e apresentam mudança de volume, de acordo com a variação do teor de umidade. Nos períodos secos, os vertissolos apresentam gretas de contração, podendo ser largas e profundas (EMBRAPA, *op. cit.*).

Já no platô da chapada é atestada a presença de Cambissolos. São constituídos de material mineral com horizonte B incipiente. São solos fortemente a imperfeitamente drenados, rasos a profundos e pouco desenvolvidos. Possuem alto potencial agrícola, o que faz do Apodi um grande produtor de exportação frutífera (LUCENA, 2014; EMBRAPA, 2016).

3.5 Vegetação

Ao considerar o contexto supracitado, é possível depreender que a diversidade de plantas abrange as formações vegetacionais do tipo sazonal. Sendo assim, na área de estudos, as composições vegetais características são: a Caatinga Arbustiva Densa, Caatinga Arbustiva Aberta, Vegetação de Várzea e Caatinga Arbórea (LUCENA, 2014; IPECE, 2015).

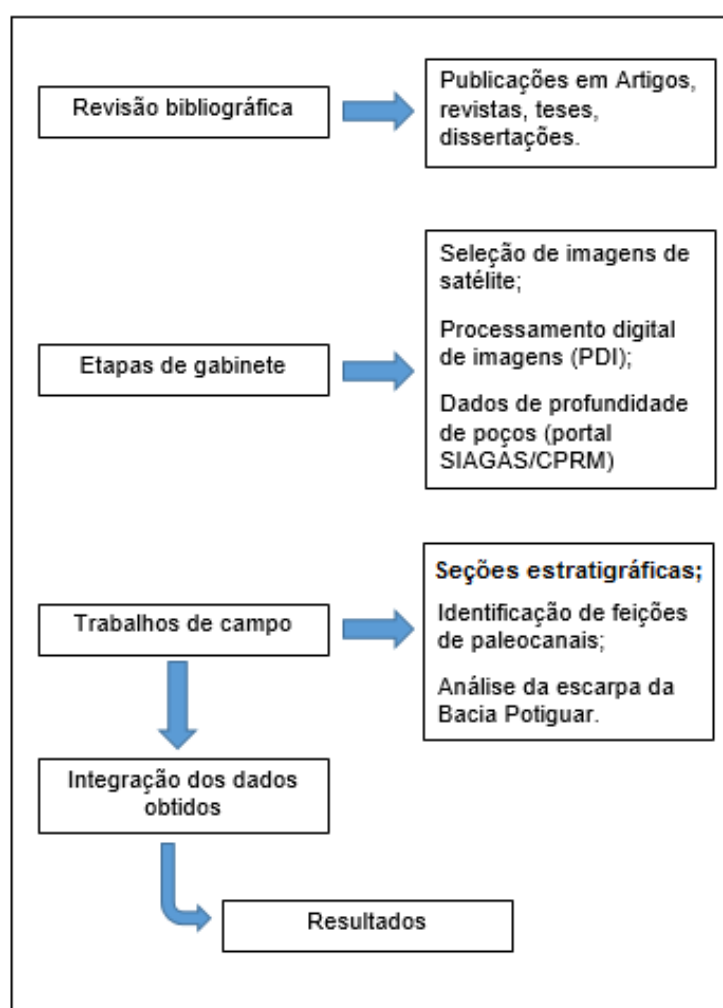
A vegetação de caatinga ocupa grande parte da região, pertencendo a dois tipos, dependendo do substrato que revestem: caatinga arbustiva e caatinga arbórea. Na área da planície fluvial, evidencia-se a vegetação subcaducifólia de várzea. Esta formação ocupa a área da morfologia agradacional apresentando fisionomia dominada pela carnaúba (*Copernicia prunifera*), além de espécies arbustivas e arbóreas (LUCENA, 2014).

Acima das áreas dos tabuleiros se encontra a vegetação subcaducifólia, com espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas (LUCENA, 2014). Sobre os terrenos da Chapada do Apodi ocorre a caatinga arbórea, com setores bem preservados.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O percurso metodológico da pesquisa foi subdividido em três etapas principais: 1) revisão bibliográfica, responsável pelo subsídio de hipóteses e métodos; 2) etapa de gabinete, que contemplou a revisão cartográfica existente, processamento digital de imagens – PDI, confecção de perfis do embasamento; 3) trabalhos e levantamentos de resultados em campo. O fluxograma a seguir (Figura 10) mostra a sequência de atividades realizadas durante o desenvolvimento da pesquisa.

Figura 10– Fluxograma metodológico.



4.1 Revisão Bibliográfica

Esta etapa contemplou a revisão de literatura, baseada em fontes que tiveram como foco a geomorfologia fluvial, a formação de terraços aluviais, a estratigrafia e a evolução geomorfológica. Dentre os autores utilizados destacam-se Charlton (2008), Huggett (2008), Schumm (1993), Lower e Walker (1992) e Leopold *et al.* (1967).

Os trabalhos de caracterização da área se deram a partir da investigação sobre os trabalhos pioneiros na região. Foram tomados como base os projetos de mapeamentos realizados pelo projeto RADAMBRASIL (1981), o levantamento exploratório do DNPM (2003) e o estudo de base geral do vale do Jaguaribe — GVJ (SUDENE/ASMIC, 1967), dentre outros mais recentes.

4.2 Geoprocessamento e Sensoriamento remoto

O uso de técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto tem mostrado resultados satisfatórios nas pesquisas voltadas às planícies fluviais. A utilização dessas ferramentas fornece informações a respeito de feições geomorfológicas e paleoformas, promovendo uma melhor compreensão sobre a dinâmica das paisagens.

4.2.1 Aplicação de Índice Multiespectral para realce de vegetação em paleocanais

Na avaliação de feições geomorfológicas de paleocanais, um dos principais indicadores refere-se a vegetação. Segundo Santos (2011) e Morais *et al.* (2012) devido a fatores como o substrato geológico, sedimentológico e a umidade, a cobertura vegetal presente nestas feições torna-se distinta dos demais ambientes encontrados nas áreas próximas. O processo de abandono de canais e posterior preenchimento sedimentar que promovem a construção da planície registram importantes características do sistema fluvial (MORAIS *et al.*, 2012).

A aplicação de índices multiespectrais tem sido bem difundida, contribuindo para o delineamento de corpos de água e análise de vegetação. Seu manuseio

objetiva um melhor reconhecimento de feições geomorfológicas de paleocanais (MORAIS *et al.*, 2012). Para a identificação da cobertura vegetal, seguindo as feições de paleocanais, foi realizada a aplicação de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), pois esta evidencia, a partir de imagens de satélite, a vegetação presente nestas feições.

A obtenção das imagens de satélite Landsat 8 OLI/TIRS de 03 de agosto de 2016 (WRS Path: 216; WRS Row: 63) foi possível através do portal eletrônico do Serviço Geológico Americano (USGS). Tomando como base a resposta recebida pelo satélite, foram selecionadas bandas referentes ao vermelho – banda 4 – e infravermelho próximo – banda 5. Primeiramente foi realizada a correção das imagens, através da conversão dos valores digitais em valores de reflectância. Para realizar esta conversão deve-se obter programa que realize a leitura do metadado (MTL file) da imagem, podendo ser utilizado o programa *Notepad++ plus*. Para a obtenção da reflectância é necessário coletar dados através dos elementos descritos a seguir, para posteriormente aplicar a fórmula abaixo,

$$\rho\lambda' = M\rho Q_{cal} + A\rho$$

onde:

$\rho\lambda'$ Reflectância do topo da atmosfera

$M\rho$ Parâmetro do metadado reflectance_MULT_BAND_x

Q_{cal} Número digital

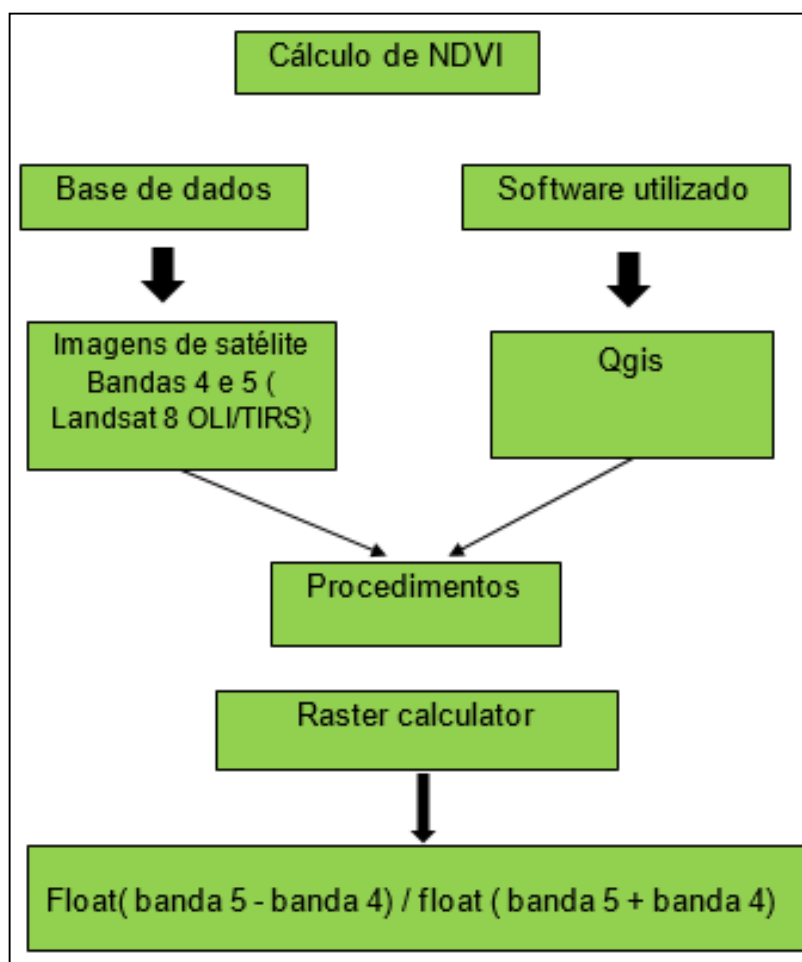
$A\rho$ Parâmetro do metadado reflectance_ADD_BAND_x

Com os parâmetros acima, os valores foram coletados no metadado da imagem, extraindo os dados de reflectância. Em seguida, foi realizado o cálculo dos resultados na ferramenta Calculadora Raster, responsável pela obtenção dos valores de reflectância. Após esse processo, aplicou-se o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) no software QGIS.

A fim de se alcançar melhor realce da vegetação nas feições de paleocanais no Baixo Jaguaribe, foi aplicado o corte de contagem cumulativa. Para inferir a densidade da vegetação na área onde está sendo aplicado o índice, observa-se as respostas de cores, dispostas em gradação de vermelho a verde e em intervalo de -1 e 1. Quanto mais próximo de 1 mais densa é a vegetação e ao passo que se aproxima de -1, representa solos expostos e exposição de rochas (MEDEIROS, 2016). Os resultados foram satisfatórios.

A figura a seguir (Figura 11) apresenta, de forma sintética, o procedimento necessário para aplicação do referido índice, mencionado anteriormente:

Figura 11– Processo para cálculo de NDVI.



Fonte: Medeiros, 2016.

4.3 Avaliação da morfologia do canal e relações com a escarpa da Bacia Potiguar

A avaliação da morfologia do canal e da escarpa da Bacia Potiguar foi realizada com o auxílio do software QGIS, mediante a utilização da imagem SRTM 30 metros, sendo elaborada a vetorização do canal juntamente com a escarpa, gerando um mapa para tal observação. O propósito foi de avaliar a similitude entre a morfologia da vertente e a fisiografia do rio Jaguaribe, confirmando estudos anteriores. Através desta análise inferiu-se a relação entre a escarpa e o Jaguaribe e sentido de direção do canal.

4.4 Análise das variações topográficas do embasamento cristalino

Com a intenção de avaliar a implantação do vale, foram coletados dados de profundidades e cotas de poços, disponibilizados através do SIAGAS (Sistema de Informação de Águas Subterrâneas), encontrados no site da CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais). O portal eletrônico oferece dados de poços em todo o território nacional, apresentando profundidades do embasamento e perfis litológicos. Estes resultados fornecem subsídios para comparação e avaliação de possíveis irregularidades do embasamento cristalino.

Foram coletados, no total, 09 dados de profundidade de poços, sendo 03 em Limoeiro do Norte, 03 em Russas e 03 em Jaguaruana. No município de Quixeré, todavia, não foi possível encontrar informações, pois as perfurações não chegam no embasamento. Sobre os relevos cristalinos que compõem os inselbergues, foram coletadas as suas altimetrias a partir da imagem SRTM 30 metros, com o software QGIS, no complemento *Elevation*.

4.5 Trabalhos de Campo

Os trabalhos de campo realizados na pesquisa se deram em três estágios: a) reconhecimento e localização; b) descrição; c) interpretação. Na primeira fase,

consideraram-se os mapas rodoviários — identificando as estradas de chegada aos locais dos afloramentos —, vias de acesso aos paleocanais na área da planície fluvial, e a escarpa da Bacia Potiguar no setor de pesquisa. Posteriormente, realizou-se o detalhamento do local, com a observação das unidades geomorfológicas, características e forma dos depósitos aluviais antigos, inselbergues encontrados na área de planície.

A fase interpretativa foi possibilitada mediante correlações entre geologia e geomorfologia. Há que se considerar a importância da literatura sobre nível de base, movimentos eustáticos e paleoclimas, que muito contribuíram para a análise interpretativa da área de estudo.

Os trabalhos de campo foram realizados nos meses de outubro de 2015 e julho de 2016, com o reconhecimento da área, a descrição dos aspectos geológicos e geomorfológicos e a realização das seções estratigráficas, respectivamente. A busca por afloramentos disponíveis se deu no município de Russas, primeiramente na comunidade de Flores. Estabeleceram-se, neste local, cinco seções. Posteriormente, próximo à entrada de Russas foram realizadas mais cinco seções, somando 10 ao todo.

4.5.1 Seções estratigráficas

A realização das seções estratigráficas ocorreram nos dias 26 e 27 de julho de 2016, contando com o levantamento das características dos paleodepósitos, como litologia, estruturas sedimentares, para posteriormente iniciar a etapa interpretativa, realizada pós-campo.

Para a realização das seções estratigráficas, optou-se pelos afloramentos encontrados nos paleodepósitos aluviais, expostos em cortes de estrada. As características avaliadas referem-se a elementos como litologia, estruturas sedimentares, grau de arredondamento, contribuindo para a interpretação do antigo sistema fluvial do rio Jaguaribe.

Em gabinete foram confeccionadas dez fichas de campo para a realização das seções, adaptadas de Tucker (2014), com acréscimo de alguns elementos. Este autor instrui que, na utilização das fichas de campo, devem ser observadas a

composição mineralógica, a estrutura sedimentar, o grau de arredondamento e a diferenciação de fácies. Além destes, necessária se faz a análise da forma do depósito, bem como a sua topografia.

5 CONTEXTUALIZAÇÃO ESTRUTURAL DAS BASES DE SUSTENTAÇÃO DO RELEVO DO BAIXO JAGUARIBE

A organização do relevo nordestino encontra sua gênese por intermédio de importantes eventos geológicos passados, responsáveis pela origem das estruturas presentes (MAIA e BEZERRA, 2014). Especificamente, no setor de pesquisa, o contexto estrutural está relacionado a três episódios da história geológica segundo a organização de dados de diversos autores. O primeiro deles refere-se à aglutinação continental acontecida na era neoproterozoica, amalgamando a Província Borborema. A orogenia formou as rochas do embasamento cristalino situado no Baixo Jaguaribe. Já o segundo acontecimento remete aos esforços distensivos que separaram o supercontinente Pangea. Este evento propiciou a deposição que originou a Bacia Potiguar, a qual representa, na área de estudo, a borda oeste. O terceiro e último foram as reativações cenozoicas e as mudanças climáticas, de grande papel na conformação dos terraços fluviais e posterior formação da planície fluvial.

Além dos eventos supracitados, cabe destacar os regimes que os antecederam, para melhor compreensão da evolução das grandes massas continentais. A dinâmica de fissões e aglutinações decorre da movimentação de massas continentais, posto que as correntes de convecção da astenosfera, que levam material do manto para a crosta, geram um fluxo que movimenta e direciona o deslocamento das placas (SZATMARI, 1990 *apud* MAIA, 2005). Com a teoria da tectônica de placas, infere-se que os assoalhos oceânicos passam por processos de desintegração e os continentes passam por amalgamento, que posteriormente são divididos e formam novos oceanos (CLAUDINO-SALES, 2007).

Ao longo do tempo geológico, os processos de aglutinação e dispersão de grandes massas continentais ocasionaram a organização estrutural da Plataforma Sulamericana e, em especial, do Nordeste brasileiro. Estes episódios divididos em quatro momentos, ocorreram entre o Paleoproterozoico e o Paleozoico (CLAUDINO-SALES e PEULVAST, 2007).

A primeira convergência de várias massas continentais individuais ocorreu por volta de 2,2 G.a, através de sequências de orogêneses, formando o supercontinente Atlântida (BRITO NEVES, 1999). Este era formado por três fragmentos menores (Ártica, Ur e Atlântida), que por volta de 1, 8 e 1, 6 G.a se dividiram por processos de rifteamento (CLAUDINO-SALES e PEULVAST, 2007).

Posterior à separação do supercontinente Atlântida, desencadeou-se uma nova aglutinação continental. Em aproximadamente 1, 45 e 0,97 G.a, nasceu o supercontinente Rodínia. Sua aglutinação se deu ao longo de suturas desenvolvidas em uma área de extensão de 200.000 km, estando representadas em todos os continentes atuais (CLAUDINO-SALES e PEULVAST, 2007). Em torno de 1,0 e 750 M.a, o supercontinente Rodínia se prepara para uma nova dispersão, marcando um novo ciclo (BRITO NEVES, 1999). Com a fragmentação de Rodínia, no setor correspondente ao nordeste brasileiro, ocorreu a individualização de diversos fragmentos litosféricos, bacias continentais e oceânicas (SILVA FILHO, 2004).

Entre 700 e 550 M.a ocorre uma nova fusão continental, originando o supercontinente Panotia, formado pela Laurásia e Gondwana. Este episódio de aglutinação constitui-se como o mais significativo de formação e organização estrutural do Brasil: a Orogênese Brasileira. A colisão neoproterozoica representou o evento tectônico mais importante para a evolução geológica do Brasil e do Nordeste, criando e configurando a Província Borborema (CLAUDINO-SALES e PEULVAST, 2007).

5.1 A Província Borborema

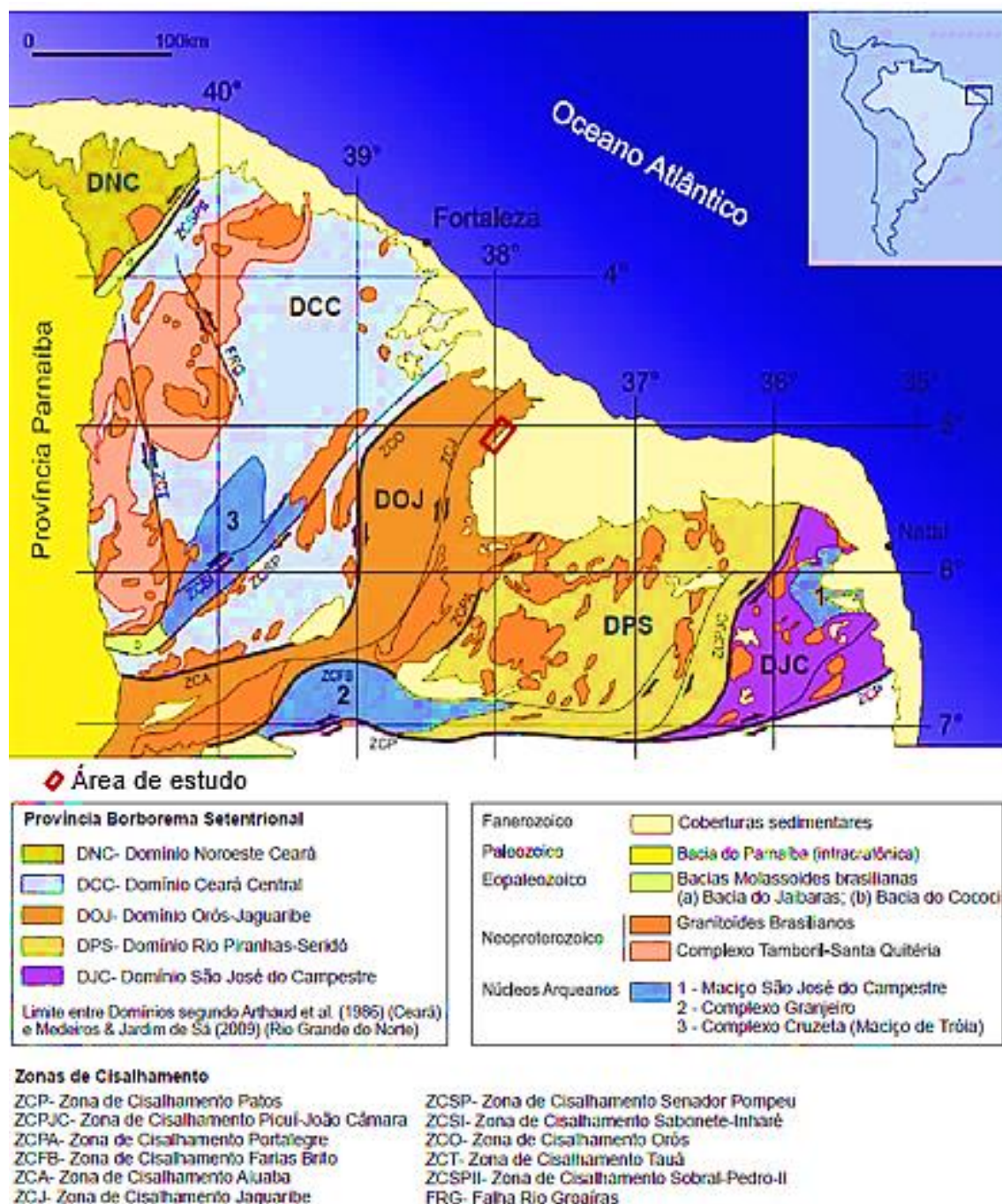
A Província Borborema é uma entidade geológica estrutural do Nordeste brasileiro que possui terrenos de litologias variadas, abrangendo uma área de 380.000 km², limitada pelas províncias São Francisco e Parnaíba (ALMEIDA *et al.*, 1981). A área de estudo situa-se na porção setentrional da Província Borborema, encaixada dentro do Domínio Orós-Jaguaribe (DOJ) (ARTHAUD, 2007).

A extensão da província se dá para além do território brasileiro, representado na África pelas províncias Oeste-Nigeriano, Leste-Nigeriano, Camarões e Touareg. Nos limites da Borborema com os crátons, formaram-se bacias sedimentares onde seus depósitos atualmente encontram-se em estado de metamorfização (MABESSONE, 2002).

O setor setentrional (Figura 13) é dividido em cinco domínios que seguem: Domínio Noroeste do Ceará (DNC), Domínio Ceará Central (DCC), Domínio Rio Grande do Norte, Domínio Orós-Jaguaribe (DOJ), Domínio Rio Piranhas-Seridó (DPS)

e Domínio São José do Campestre (DJC). A Província é separada por falhas e lineamentos importantes que fazem parte do contexto geológico nordestino.

Figura 12– Província Borborema e seus domínios.



Fonte: Adaptado de Pinéo e Zwirtes, 2013.

As fases orogênicas neoproterozoicas ocasionaram a aglutinação de terrenos alóctones de diferentes origens, resultando na formação da Província Borborema (OLIVEIRA, 2008; JARDIM DE SÁ, 1994; 1992). Para Mabessone (2002),

a formação da Província Borborema deve-se inicialmente à junção de terrenos possivelmente no Arqueano, mas certamente no Paleoproterozoico. A história da referida província está relacionada a eventos cíclicos, marcados por eventos por atividade vulcânica intensa, glaciações e tectonismo que foram responsáveis por eventos de subsidência e soerguimentos dos terrenos.

O arcabouço tectônico da Província Borborema teria sido classificado como um conjunto de maciços e sistemas de dobramentos configurados em torno de 0,6 Ga, no final do Neoproterozoico. A Orogênese Brasiliana correspondeu ao último evento importante de deformação dúctil (BRITO NEVES, 1975; BRITO NEVES, 1999).

Em aproximadamente 532 Ma, esforços distensivos começaram a fragmentar o Panotia. O colapso da orogenia originou importantes bacias intracontinentais. A atividade vulcânica e plutônica intensa foi responsável pela formação de rochas extrusivas e corpos graníticos diversos.

Por volta 230 Ma, final do Paleozoico, a Província Borborema foi submetida a um período de calma tectônica, durando até o Mesozoico. Iniciou-se o quarto e último episódio de aglutinação. Desta vez, os esforços convergentes formaram o supercontinente Pangea que, segundo Claudino-Sales e Peulvast (2007), não tiveram grande representatividade no Nordeste brasileiro. Isso deve-se ao fato de que na dispersão pós brasiliana, Gondwana não passou por processo de fragmentação.

O episódio de desintegração do Pangea representou um evento de grande expressão na América do Sul. A individualização da América do Sul e a formação da margem continental do Nordeste foram importantes processos que resultaram desta fragmentação. No processo de dispersão do Pangea, a abertura do Atlântico Sul se deu em duas etapas, primeiramente de oeste para leste, ocasionando a abertura do atlântico equatorial — 180 Ma — e do sul para norte, resultando na formação da costa leste brasileira — 145 Ma (CLAUDINO SALES e PEULVAST, 2007).

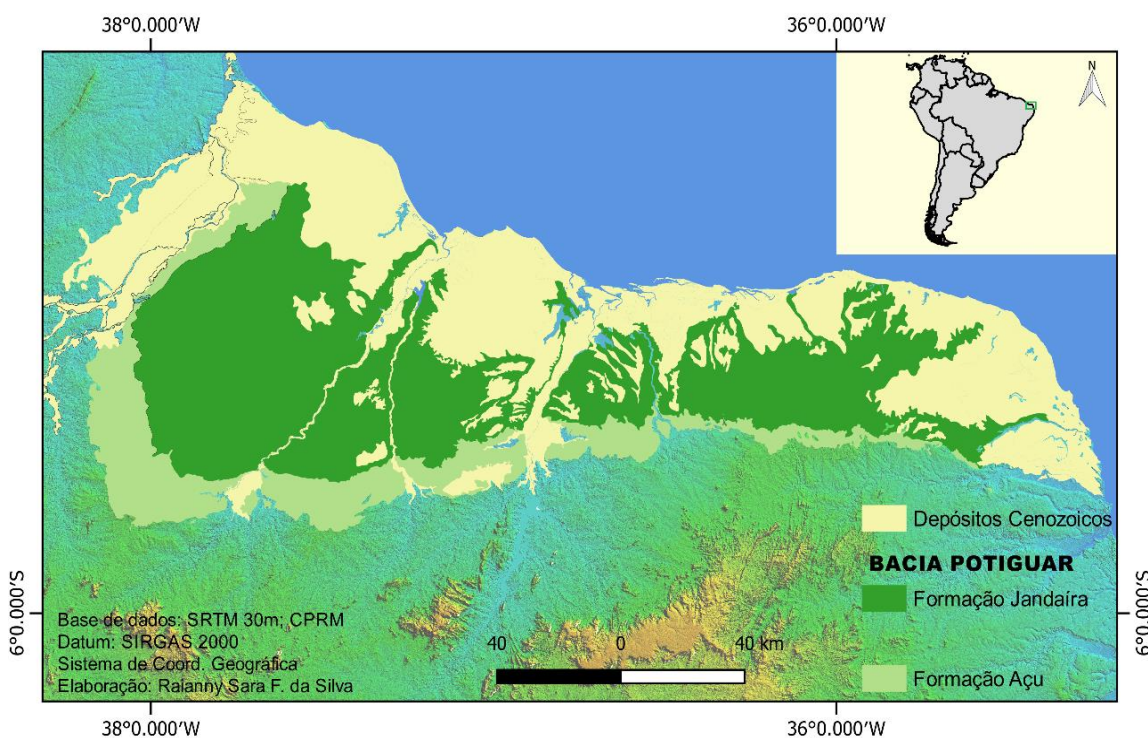
Com o avanço da abertura do Oceano Atlântico, os esforços distensivos NW-SE criavam uma ampla depressão tectônica, resultando em deformação e adelgaçamento da crosta. Com esta fragilização, criaram-se três eixos estruturais: Recôncavo Tucano-Jatobá, Sergipe-Alagoas e Cariri-Potiguar. Estas porções são compostas por sedimentos jurássicos nas suas partes basais, testemunhando a fissão do Gondwana (MATOS, 1992). Neste contexto, o eixo Cariri-Potiguar, correspondente ao setor que abrange os estados da Paraíba, do Rio Grande e do Norte e Ceará, foi

ambiente propício para formação de uma bacia sedimentar de grande relevância à pesquisa: a Bacia Potiguar.

5.2 A Bacia Potiguar

Ocupando uma área de aproximadamente 60.000 km², a Bacia Potiguar (Figura 13) está situada no extremo nordeste brasileiro. Limitada a noroeste pelo Alto de Fortaleza, com a Bacia do Ceará, e a leste com o Alto de Touros, com a Bacia de Pernambuco-Alagoas (PESSOA NETO et al., 2007; ARARIPE e FEIJÓ, 1994).

Figura 13– Localização da Bacia Potiguar.



Fonte: Silva, 2016

Em seu desenvolvimento, durante o Cretáceo, a Bacia passou por três supersequências, a qual definiram suas seções deposicionais: a) sequência rifte, sedimentada no Cretáceo Inferior; b) pós-rifte, acumulada durante o Andar Alagoas; c) drift, depositada entre o Albiano e o Recente (PESSOA NETO, *et al.*, 2007).

Aflorando na porção central da bacia, a primeira sequência é constituída pelos depósitos flúvio-deltaicos e lacustres das formações Pendência e Pescada. A supersequência pós-rifte, também caracterizada pela deposição flúvio-deltaica, tem

as primeiras invasões marinhas, responsáveis pela formação Alagamar. O desdobramento da fase transgressiva marcou a sequência drift, caracterizada pela sequência flúvio-marinha, contemplando as formações Açú, Ponta do Mel, Quebradas, Jandaíra e Ubarana (PESSOA NETO, *et al.*, *op. cit.*). As deposições sedimentares Açú e Jandaíra, são as aflorantes na área de pesquisa, discriminadas a seguir.

5.2.1 Formação Jandaíra e Açú – Sequência drift da Bacia

O setor de pesquisa que abrange o extremo oeste da Bacia Potiguar, de acordo com a Agência Nacional de Petróleo (ANP, 2006), é composto pelas formações aflorantes Jandaíra — rochas bioclásticas esbranquiçadas — e Açú — arenitos de coloração avermelhada, impuros e maciços —, fazendo parte da sequência drift da Bacia.

A fase de afastamento gradual de massas continentais foi marcada pela transgressão marinha, propiciou a deposição da Formação Jandaíra, proveniente de uma plataforma/rampa carbonática dominada por maré. A sedimentação da Formação Açú contemplou uma grande calha fluvial de direção NE-SW, típica de sistemas entrelaçados, meandantes e estuarinos (ANP, *op. cit.*).

No Albiano, a Bacia Potiguar foi afetada por uma subsidência, fazendo com que uma grande calha fluvial se estendesse pela bacia, com predomínio de uma plataforma rasa siliciclástica mista. Logo após a formação desta plataforma, ocorreu o afogamento desta por causa da transgressão, durante o Neocretáceo. O resultado desta dinâmica envolveu um empilhamento vertical de sistemas fluviais, compondo da base em direção ao topo sistemas entrelaçados e meandantes sobrepostos a esta, bem como sequências sedimentares estuarinas.

O afogamento máximo dos sistemas fluviais mencionados ocorreu no Eoturoniano. A deposição fluvial e marinha, representada pelos sedimentos siliciclásticos proximais desta fase, foi responsável pela gênese das formações Açú e Quebradas. Com o afogamento destes sedimentos, formou-se uma plataforma carbonática dominada por maré, compondo a formação Jandaíra, aflorante em quase toda a Bacia Potiguar. As rochas carbonáticas mais jovens da formação Jandaíra têm

idade eocampaniana e mergulham em inclinação baixa em direção ao Oceano Atlântico. O limite do pacote carbonático da formação Jandaíra com os arenitos da formação Açú é concordante e representa a superfície de inundação máxima do Cretáceo Superior da Bacia (PESSOA NETO, *et al.*, 2007).

5.3 Depósitos Sedimentares Cenozoicos – Formação Barreiras e Formação Faceira

As antigas superfícies deposicionais estão dispostas no baixo Jaguaribe, a oeste do canal atual (CPRM, 2003; 1996; SUDENE/ASMIC, 1967). Os registros deixados pelos paleoníveis de agradação denunciam os antigos processos e a energia fluvial a qual o rio Jaguaribe era detentor, representados pelo tipo de pacote sedimentar.

Segundo Lima (2008), mediante dados obtidos por traços de fissão em apatita, ainda no Mioceno Inferior (22 – 17 Ma), aconteceu um evento de resfriamento. Posteriormente, um forte soerguimento epirogênico da porção oriental da Província Borborema teria ocasionado a intensificação da erosão. Tal estímulo pode estar vinculado à deposição da Formação Barreiras.

Os estudos regionais realizados pela SUDENE/ASMIC (1967) teriam considerado a Formação Faceira (Pliopleistocênica), como uma fácies do Barreiras. Trabalhos clássicos atribuíam a Formação Barreiras ao Mioceno Médio (12 – 20 Ma), cuja gênese estaria associada à elevação eustática global desta idade (ARAI, 2006). Contudo, os dados obtidos através de geotitas autigênicas e pisólitos constataram que a deposição da Formação Barreiras foi marcada por um aumento da sedimentação de siliciclásticos, durante o Mioceno Inferior (LIMA, 2008).

Desde o Mioceno Médio, a Terra tem estado em estado glacial, porém os registros isotópicos revelaram uma diminuição do volume de gelo da Antártida, marcada por um leve aquecimento que se estendeu até o início do Plioceno. Com a atuação de clima quente e úmido — com pico de 5,5 Ma —, uma forte intemperização teria marcado o início do Plioceno, resultando numa profunda morfogênese química (LIMA, 2008). Em condições de clima úmido, o nível de base geral sofreu elevação e ocasionou erosão na Formação Barreiras nas proximidades do litoral. Na porção voltada para o continente, a erosão se estabeleceu a partir da incisão produzida pelo trabalho erosivo da água (MAIA, 2005).

Ao fim do Plioceno, uma queda da temperatura global parece ter sido significativa, marcando o fim do Neógeno (SALGADO-LABOURIAU, 1994). Em condições de clima seco, os rios passaram a depositar maior volume de materiais nos baixos cursos, visto que a aggradação ocorre em seções de baixo gradiente, onde o suprimento de sedimentos excede a capacidade de transporte local (CHARLTON, 2008). A morfogênese mecânica comanda e promove a remobilização, erodindo, transportando e depositando materiais. Nesta fase, o Baixo Jaguaribe é marcado pela deposição de material, onde os conglomerados de granulação variada se estendem de direção NE-SW, na margem esquerda do canal atual.

Com base nas concepções admitidas, a queda do nível do mar aumentou a energia potencial, o regime de precipitações e desencadeou a incisão. As alterações nas taxas do nível do mar resultaram em grandes variações, modificando o nível de base dos rios (CHARLTON, 2008).

Em torno de 7.000 anos, através de análise de isótopos de oxigênio, constatou um aumento de temperatura (em torno de 5° C) e redução nos regimes pluviométricos, e aumento da aridez poderiam ter sido responsáveis pela deposição atual, quando as condições climáticas secas são mais propícias à deposição, criando um nível deposicional holocênico (MAIA, 2005).

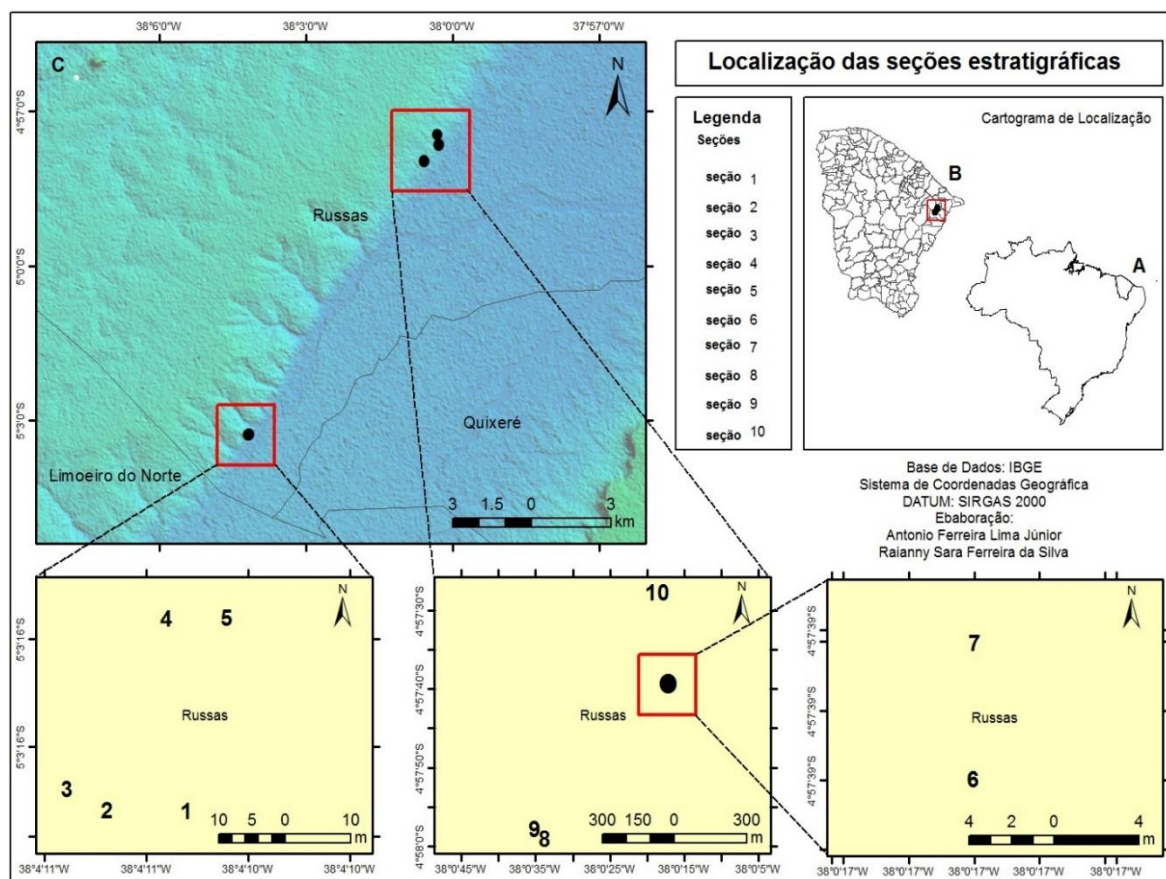
Em síntese, o arcabouço estrutural da região do baixo Jaguaribe deve-se, primeiramente, aos eventos orogênicos neoproterozoicos que criaram as rochas cristalinas mais antigas. A partir da dispersão do supercontinente Pangea, ocorreu a formação de bacias sedimentares, dentre as quais a Bacia Potiguar é representada na borda oeste, aflorando duas formações — Jandaíra e Açú —, pertencentes ao Grupo Apodi. Em momentos mais recentes, os agentes tectônicos e as flutuações climáticas foram indispensáveis à deposição das formações Barreiras e Faceira.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Descrição e Análise dos terraços aluviais antigos através das seções estratigráficas

Foram realizadas 10 seções estratigráficas no município de Russas/CE (figura 14). Este procedimento contemplou a análise dos afloramentos, em termos geológicos e geomorfológicos. Os cortes corresponderam ao maior número de exposições, de forma que alguns perfis situam-se próximos, justificado pelo número reduzido de exposições em superfície.

Figura 14– Localização da realização das seções estratigráficas.



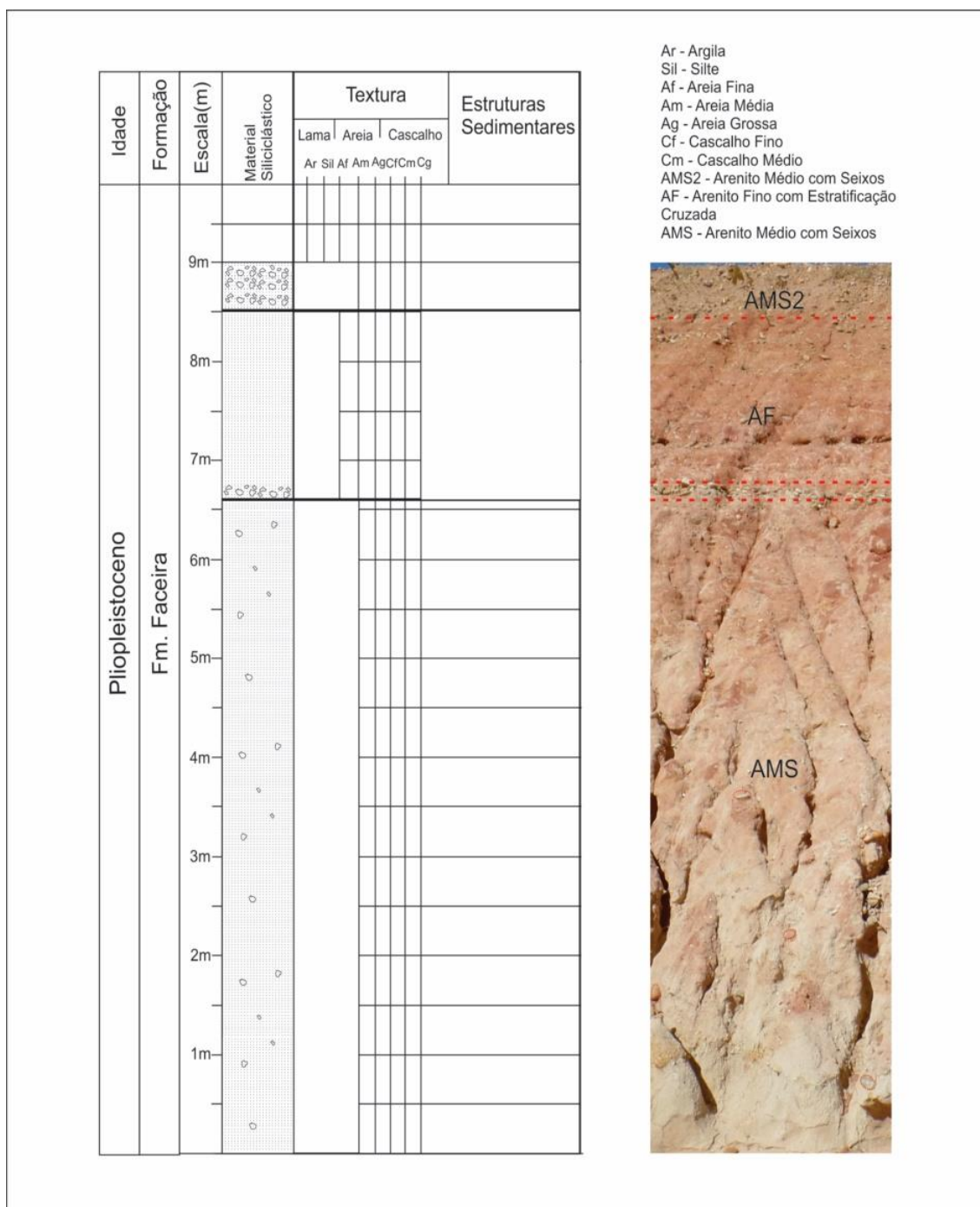
Os perfis foram nomeados de **Seção AF-1** (Seção Afloramento 1), **Seção AF-2** (Seção Afloramento 2), **Seção AF-3** (Seção Afloramento 3), **Seção AF-4** (Seção

Afloramento 4), **Seção AF-5** (Seção Afloramento 5), **Seção ABR116-1** (Seção Afloramento Br-116-1), **Seção ABr116-2** (Seção Afloramento Br-116-2), **Seção ABr116-3** (Seção Afloramento Br-116-2), **Seção AR-1** (Seção Afloramento Russas 1) e **Seção AR-2** (Seção Afloramento Russas 2).

6.1.1 Seção AF-1

Circunscrita nas coordenadas 05° 03' 16.8" S e 038° 04'.10" W, a Seção AF-1 (Figura 15) está localizada na comunidade de Flores, município de Russas. O corte de afloramento, da base para o topo, possui 9 metros e apresenta fácies conglomerática e arenítica, o arenito médio com intercalações de seixos (AMS), conglomerados com imbricação, arenito fino(AF) e coloração avermelhada pela presença de oxidação de ferro.

Figura 15– Seção estratigráfica 1.



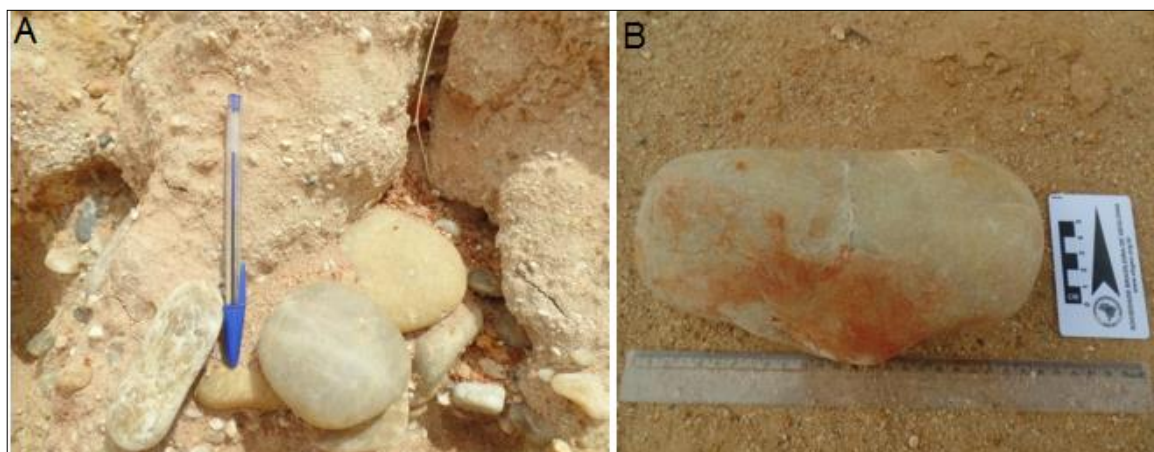
Fonte: Autora, 2016.

A presença de imbricação de seixos é bem demarcada no corte, constituindo-se pela superposição parcial entre si e é possivelmente resultada do antigo transporte por tração fluvial do rio Jaguaribe. A morfologia dos clastos desse afloramento exhibe a forma esférica e cilíndrica com eixos alongados (Figura 16a). O material apresenta grau de arredondamento entre subarredondado e arredondado,

além de baixa esfericidade. Entre os clastos observados, o de maior tamanho encontrado nos afloramentos exibe 24 cm, possuindo extremidades alongadas (Figura 16b).

O grau de arredondamento indica que os grãos apresentam um bom índice de maturidade. No geral, o arredondamento do material aumenta com a duração do transporte e retrabalhamento, indicando que provavelmente a área fonte do material disponível para o rio Jaguaribe, pertence a uma considerável distância. Porém cabe destacar que, para analisar o grau de resistência do material retrabalhado e entender o caminho percorrido pelo material e seu posterior retrabalhamento, não podemos utilizar somente o grau de arredondamento como elemento chave.

Figura 16– Morfologia dos clastos (A) e clasto de maior tamanho encontrado(B).



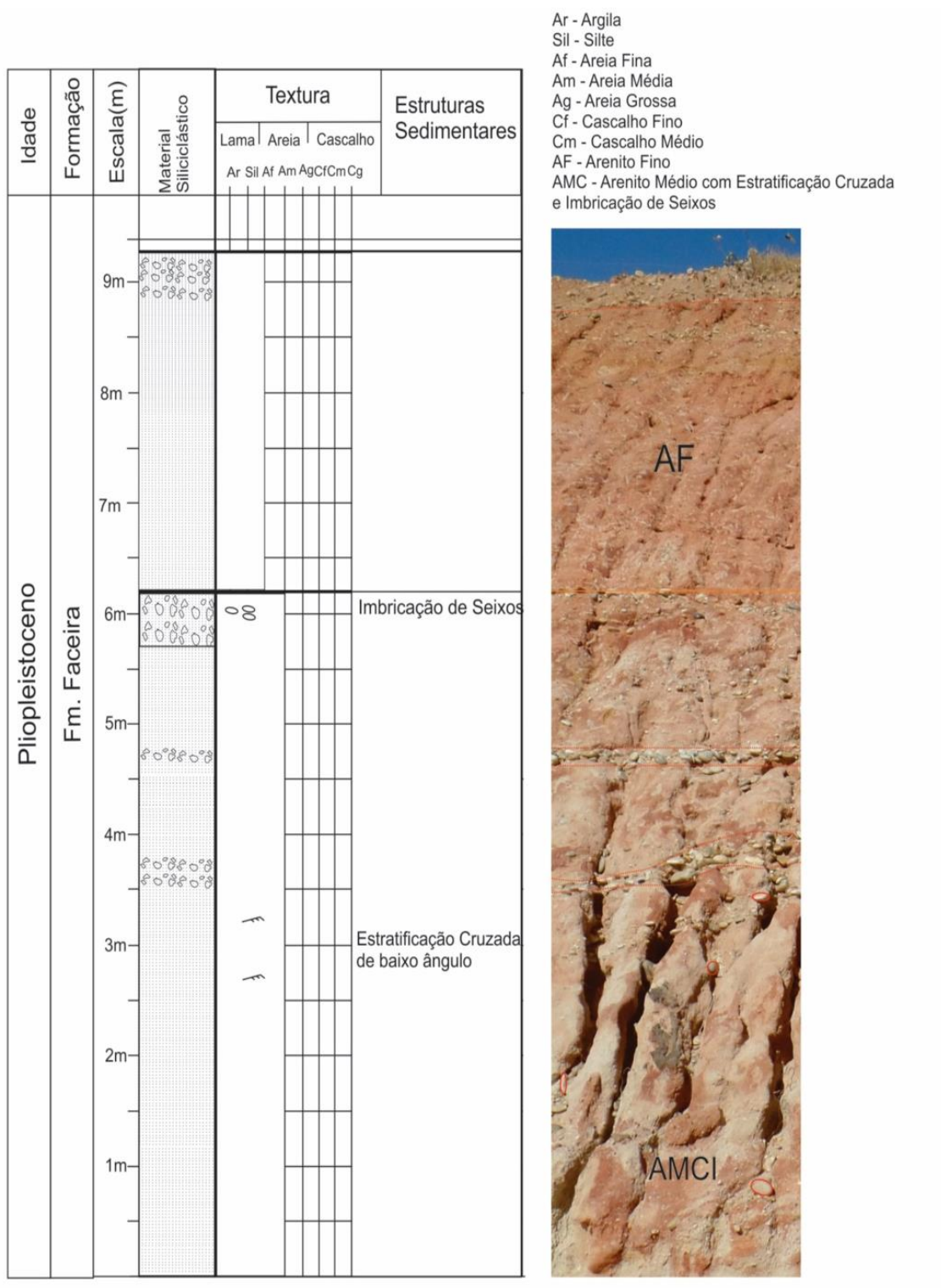
Fonte: Acervo da Autora, 2016

6.1.2 Seção AF-2

A segunda seção, localizada na comunidade de Flores, município de Russas, com 9,40 metros, situa-se entre as coordenadas 05° 03' 16.8" S e 038° 04' 11.2" W. Esta apresenta arenito médio com intercalação de seixos, linhas de seixos sotopostos aos arenitos finos (Figura 17). A coloração avermelhada que se apresenta neste afloramento deve-se à presença de oxidação de ferro, de forma parcial. Ainda exibe material composto de quartzo e feldspato, com grau de arredondamento de

subarredondado a arredondado. Os grãos apresentam morfologia esférica, cilíndrica e disco.

Figura 17– Seção estratigráfica 2.



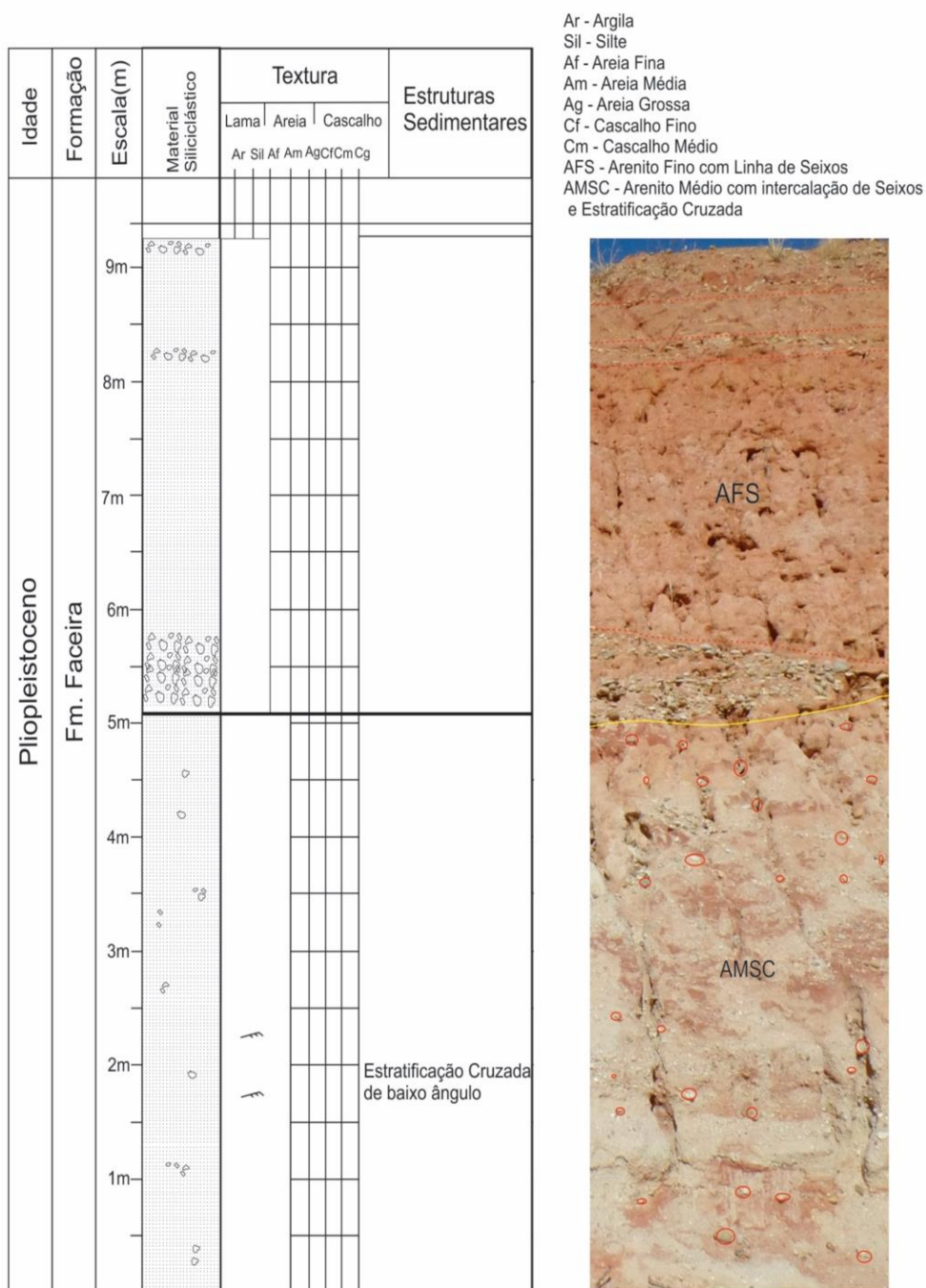
Fonte: Acervo da Autora, 2016.

O arenito apresenta a estratificação cruzada de baixo ângulo de forma discreta. Para Bigarella (2003), os estratos encontram-se inclinados em relação ao plano horizontal devido ao transporte de sedimentos arenosos da carga de fundo do canal. Walker (1992) acredita que a observação de tais estruturas sedimentares, em rios, desempenha um papel importante no desenvolvimento da compreensão da pretérita hidrodinâmica.

6.1.2. Seção AF-3

A seção 3 (Figura 18), também situada na comunidade de Flores, de coordenadas 05° 03' 16.7" S e 038° 04' 11.4" W possui 9,40 metros e expõe fácies do tipo arenítica e conglomerática. Da base para o topo, apresenta arenito médio com intercalação de seixos (AMS) de forma dispersa e estratificação cruzada. Ao passo que caminha-se para o topo, o corte apresenta uma camada conglomerática com grãos arredondados. A camada superior representada pelo arenito fino (AF), sotoposta à linha de seixos, contém coloração avermelhada.

Figura 18– Seção estratigráfica 3.



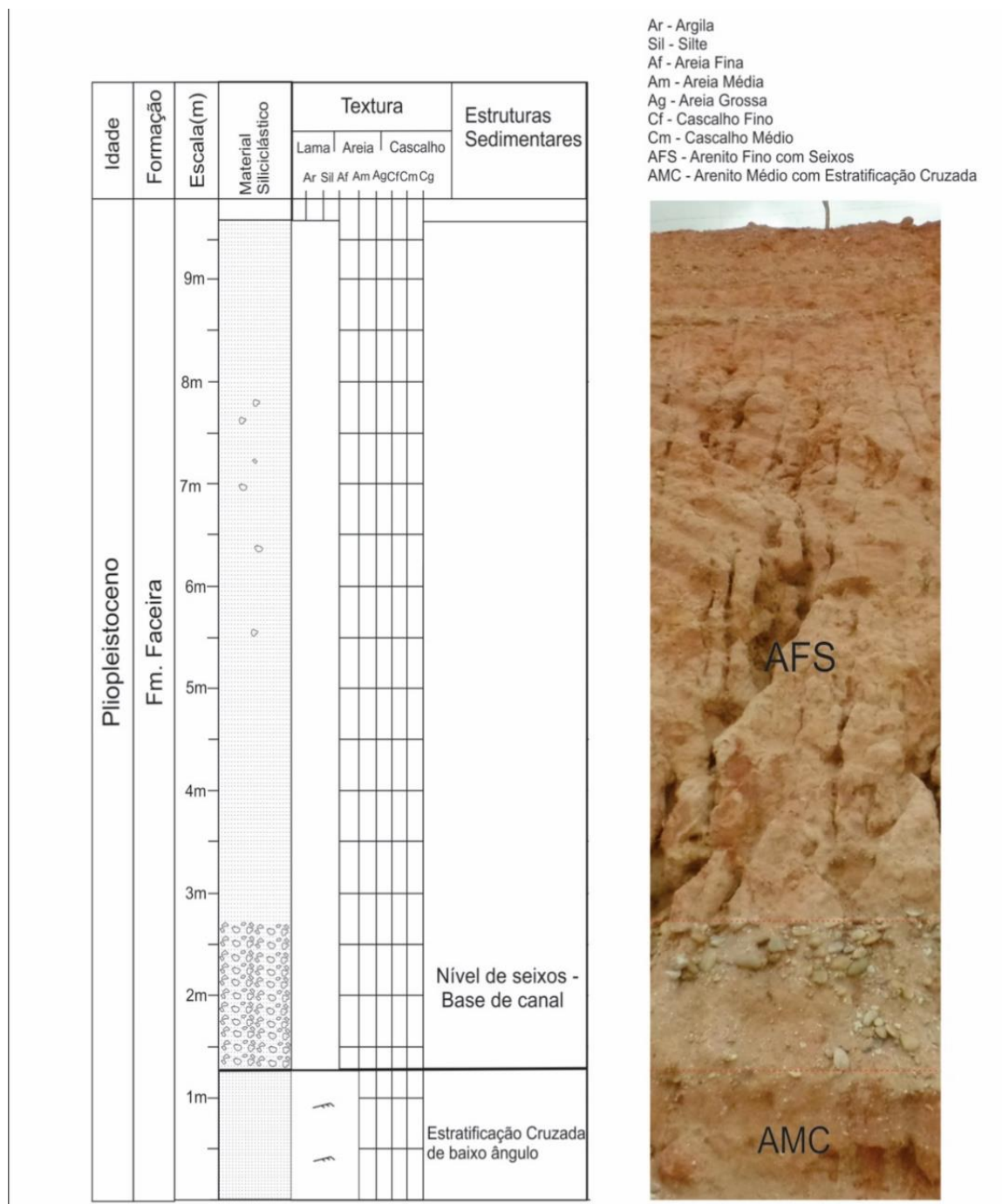
Fonte: Acervo da Autora, 2016.

6.1.3 Seção AF-4

Situada entre as coordenadas 05° 03' 15.9" S e 038° 04' 10.9" W, a quarta seção possui 9,70 m e apresenta fácies arenítica fina (AF) – em maior proporção – e conglomerática, que compõe a segunda camada da base para o topo (Figura 19). A

sequência arenítica possui coloração avermelhada menos expressiva e está subposta à pequena linha de seixos, de forma dispersa. A camada conglomerática apresenta seixos com morfologia de disco e esférica, sendo atribuídos como sedimentos de base de canal fluvial.

Figura 19– Seção estratigráfica 4.

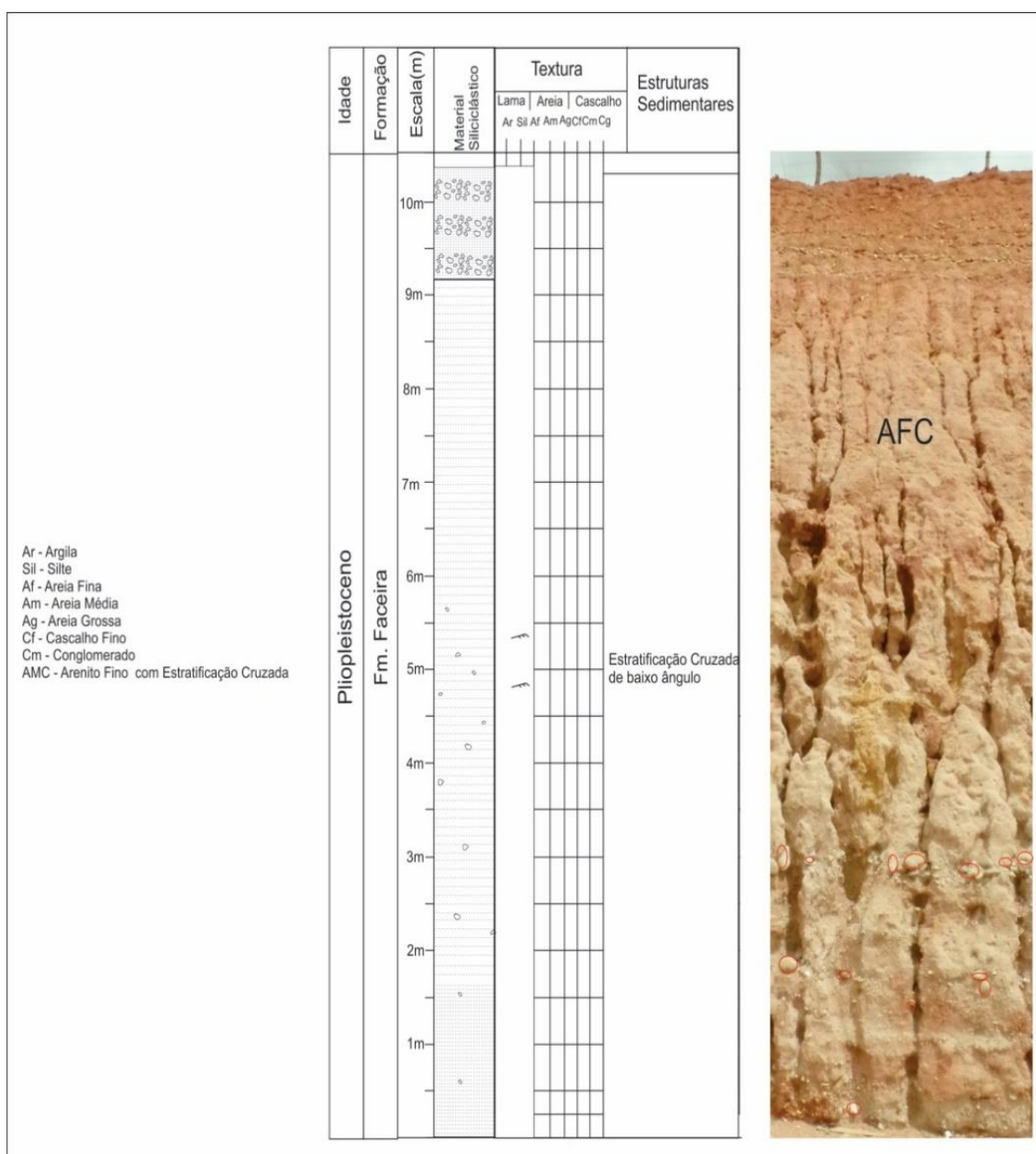


Fonte: Acervo da autora, 2016.

6.1.4 Seção AF-5

A seção de número 5 possui coordenadas 05°03' 15.9" S e 038° 04' 10.6" W, com 10, 20 metros, constituindo-se de fácies arenítica com intercalação de seixos de forma dispersa e gradando para arenito fino (AF). Logo acima, notam-se pequenas quantidades de seixos de forma horizontalizada, formando linhas (figura 20).

Figura 20 – Seção estratigráfica 5.



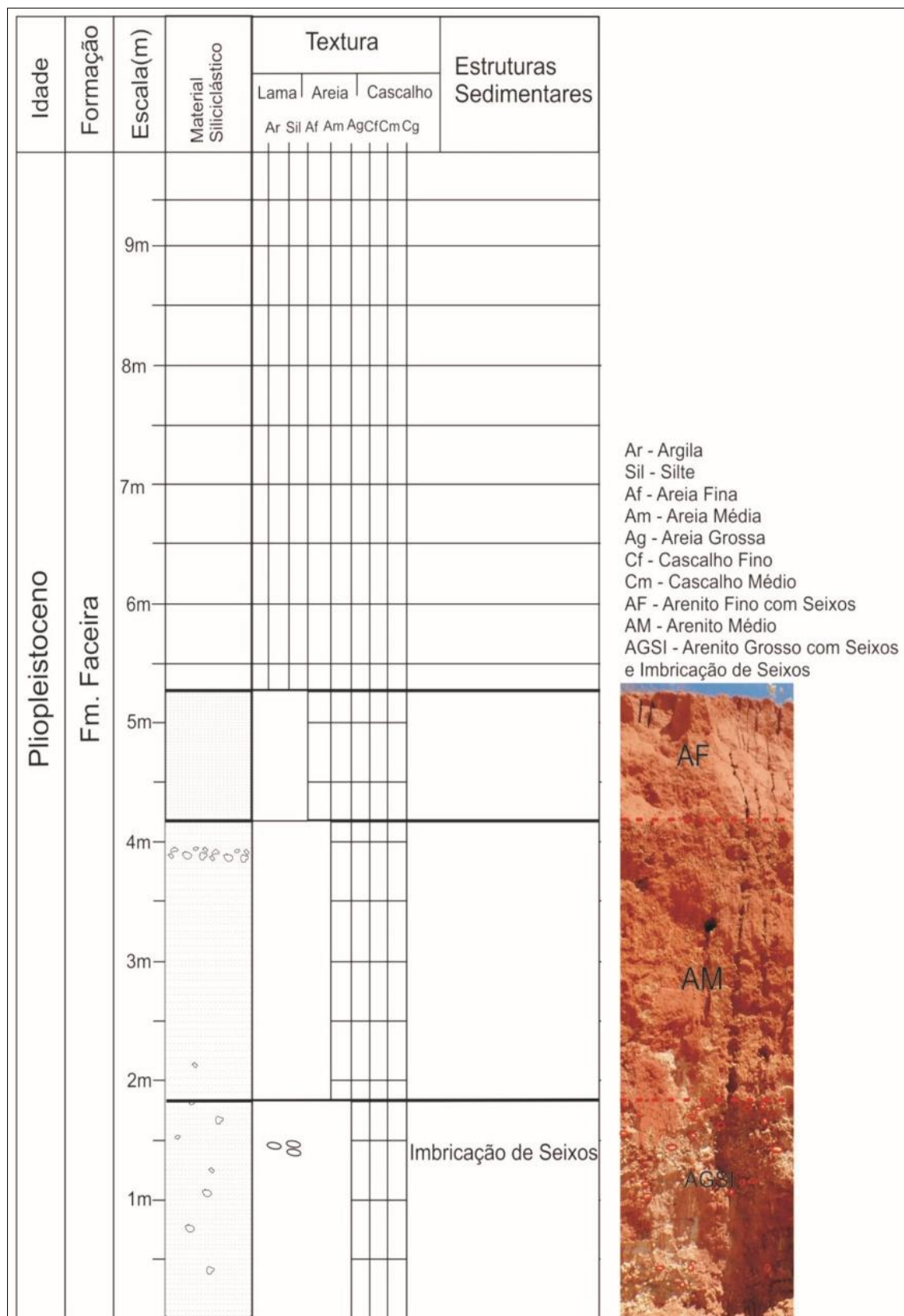
Fonte: Acervo da autora, 2016.

Tais sedimentos apresentam neste padrão variável de sub-arredondado a arredondado, com estratificação planoparalela. Nesta configuração, é possível inferir a presença de correntes de baixa velocidade, sobre regime de fluxo inferior, onde o transporte ocorre em velocidades menores que a requerida para iniciar saltação (SUGUIO, 2003).

6.1.5 Seção ABR116-1

A seção 6, localizada próxima à BR-116, no município de Russas, possui coordenadas 04° 57' 39.5" S e 38° 00' 17. 2" W. Possui 5,30 metros, contendo fácies conglomerática (CM) e arenítica fina (AF), da base para o topo (Figura 21). A coloração avermelhada deve-se à presença de oxidação ferruginosa, enquanto que os tons esbranquiçados indicam uma possível presença de caulinita.

Figura 21– Seção estratigráfica 6.

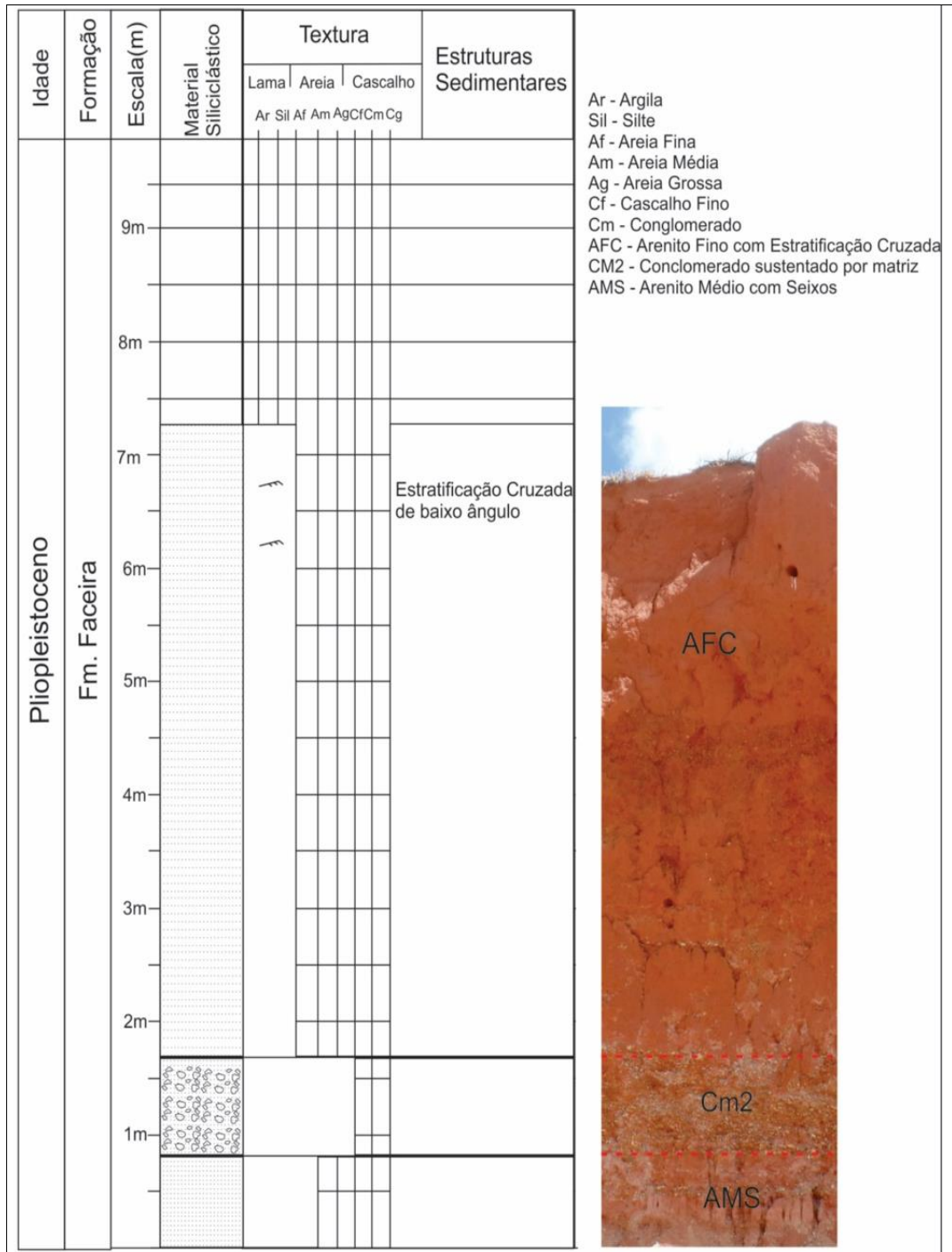


Fonte: Acervo da autora, 2016.

6.1.6 Seção ABr116-2

A seção 7, disposta a seguir, está circunscrita nas coordenadas 04° 57' 39.3" S e 38° 00' 17.2" W, possuindo 7,30 metros.

Figura 22-Seção estratigráfica 7.



Fonte: Acervo da autora, 2016

Encontra-se estruturada em uma área usada para extração de material para a fabricação de telhas, o que tem contribuído para extinguir muitos registros do antigo ambiente fluvial. Os conglomerados (CM) que compõem a base são sustentados por matriz arenosa e apresentam seixos de quartzo e feldspato, com morfologia esférica e disco. O topo é composto pelo arenito fino (AF) e exibem coloração avermelhada pela presença de óxido de ferro.

O material que compõe o afloramento da seção ABr116-2, expõe ciclo fluvial de gradação normal, onde a fácies conglomerática compõe a base e ao passo que caminha-se para o topo grada para arenítica, o que indica redução de velocidade fluvial. (fig. 23)

Figura 23– Ciclo fluvial de gradação normal.



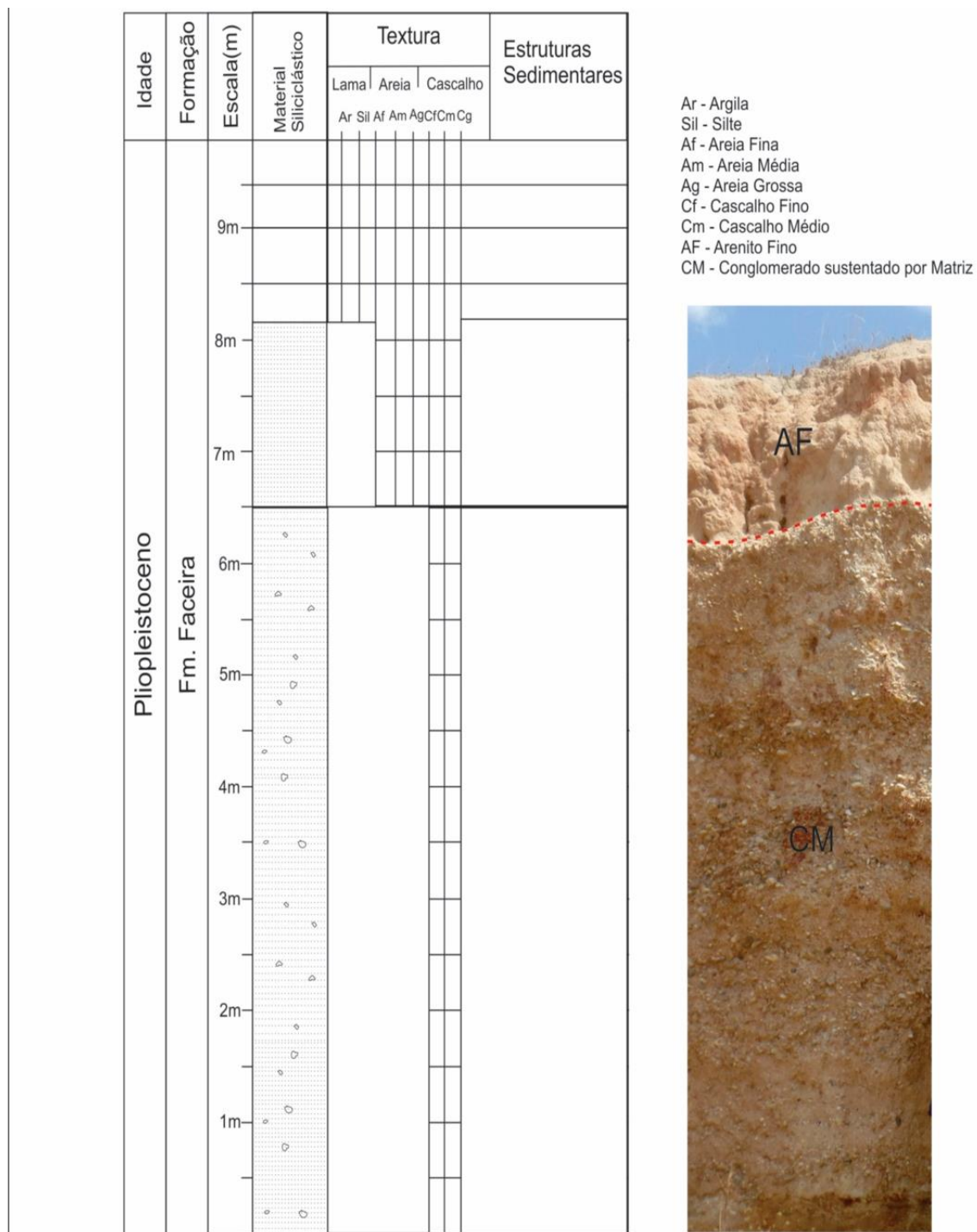
Fonte: Acervo da autora, 2016

6.1.7 Seção ABr116-3

A seção 8, (Figura 24) localiza-se nas coordenadas 04° 57' 58.6" S e 38°00'34,5 W, possui 8,20 metros, exibe da base para o topo duas fácies bem demarcadas. Composta por fácies conglomerática (CM) na base, sustentado por

matriz arenosa e com concreções ferruginosas sotoposta à camada arenítica fina (AF), apresentando contato erosivo na forma de discordância.

Figura 24– Seção estratigráfica 8.



Fonte: Acervo da autora, 2016

Neste afloramento, as antigas formas de leito do canal fluvial apresentam-se em duas fácies, uma conglomerática e uma arenítica. O desenvolvimento das formas de leito ocorre devido a interação mútua entre a corrente fluvial e o leito, onde a base do canal apresenta material de maior calibre, representado na figura 25, pelos conglomerados sotopostos ao material de menor calibre, expostos pelos arenitos finos, mostrando uma morfologia côncava de espessura considerável.

As formas de leitos em depósitos antigos podem ser explicadas pela migração de carga de leito e por suspensão. As estruturas formadas são caracterizadas pela formação superficial ou uma estratificação interna.

Figura 25– Paleoforma de leito do canal fluvial



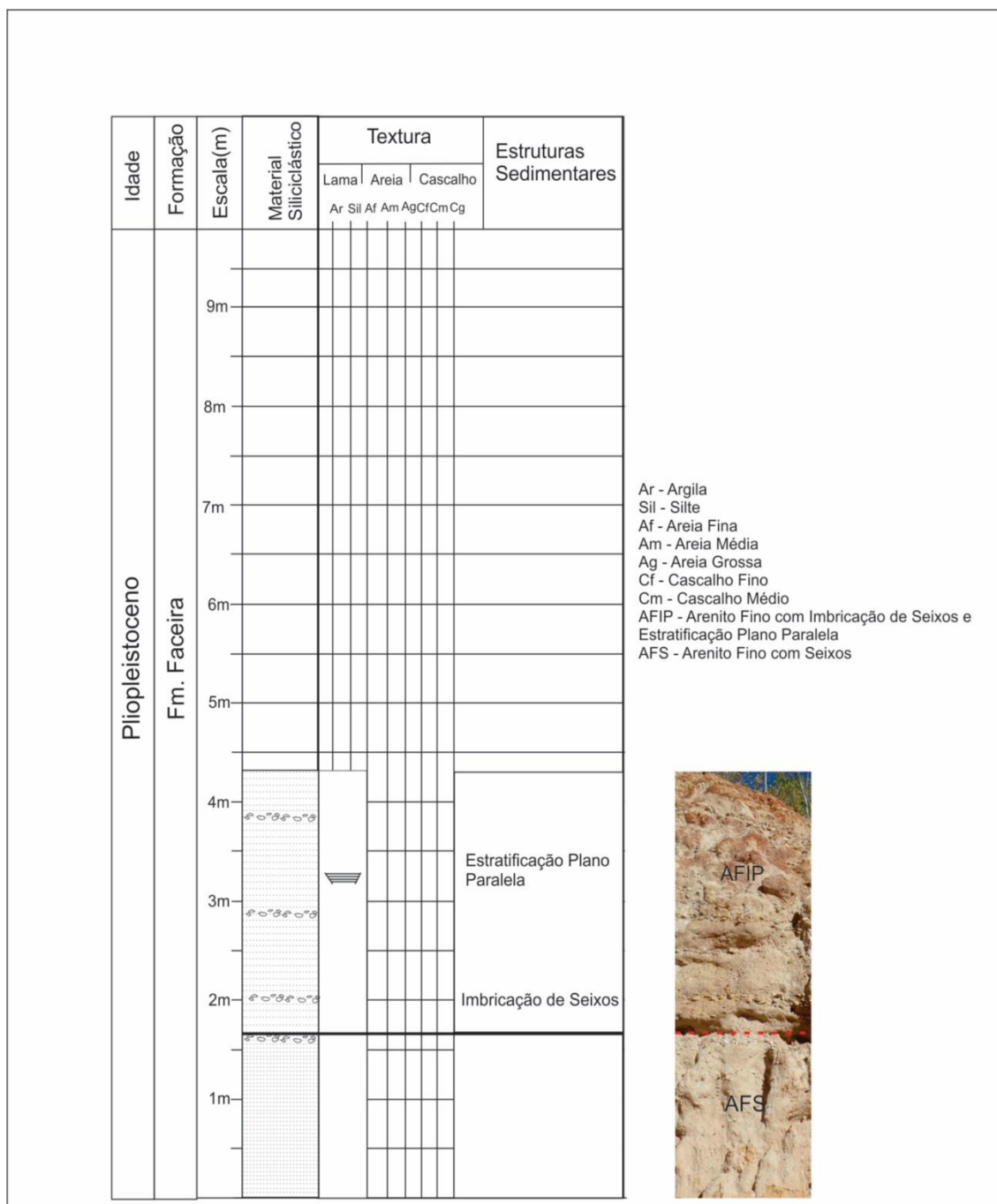
Fonte: Acervo da autora, 2016.

6.1.8 Seção AR-1

Esta seção (Figura 26), localizada no município de Russas, encontra-se situada a $04^{\circ} 57' 57.8''$ de latitude sul e $038^{\circ}00' 34.9''$ de longitude oeste. Com 4, 30 metros de profundidade, o corte possui fácies arenítica com estrutura maciça em maior proporção e conglomerados em menor extensão. Os arenitos finos (AF) que

encontram-se neste afloramento expõem concreções ferruginosas no topo e esbranquiçadas na base, representadas pelos arenitos finos com seixos (AFS).

Figura 26– Seção estratigráfica 9



Fonte: Autora, 2016

A morfologia dos grãos deste afloramento encontra-se sob forma esférica e possui grau de arredondamento subarredondado a arredondado. Encontram-se

seixos prolatos, o que indica que estes foram transportados por tração fluvial, são materiais que são transportados no fundo do canal (Figura 27).

Figura 27– Seixo transportado por tração fluvial

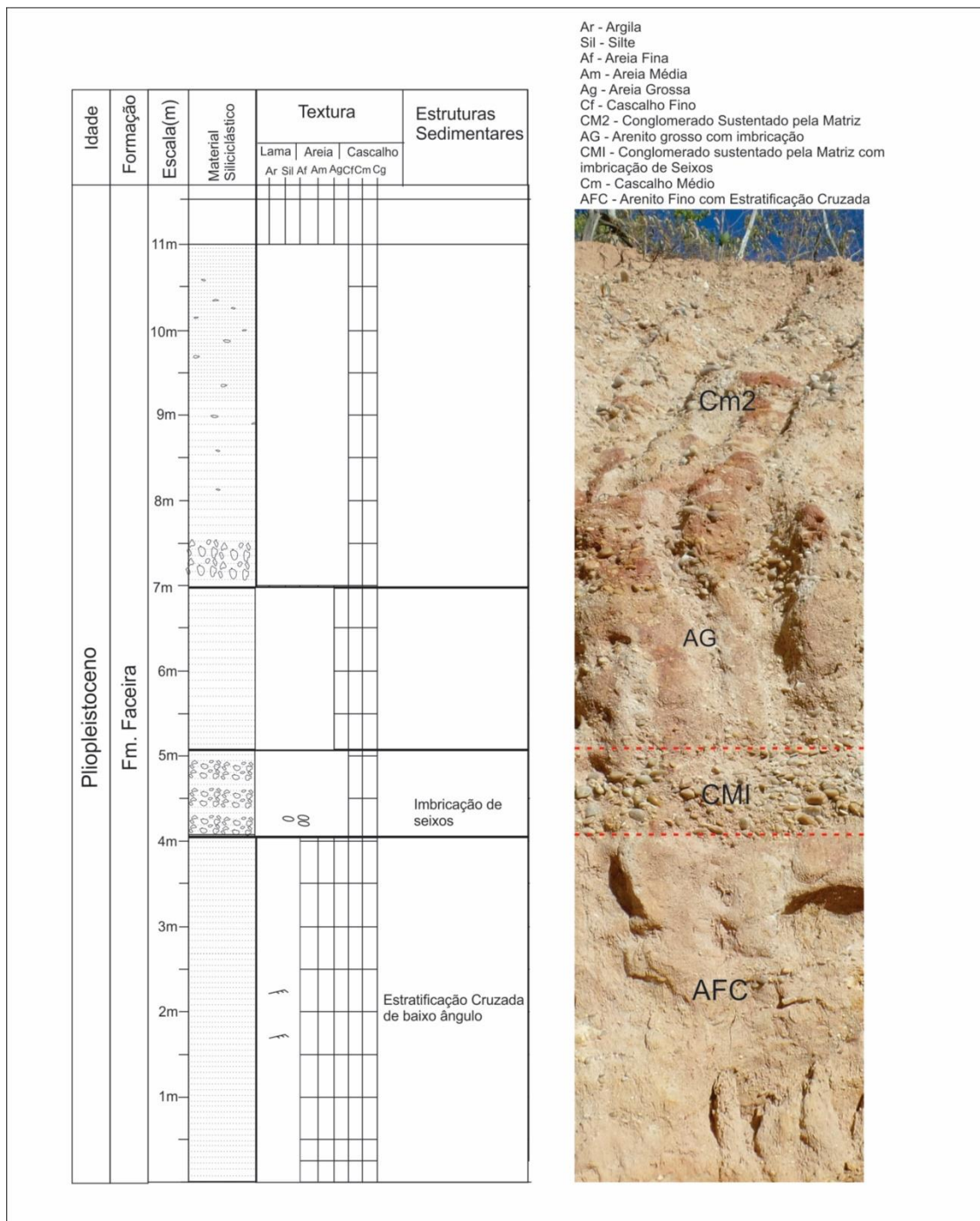


Fonte: Acervo da autora, 2016

6.1.9 Seção – AR 2

A última seção estratigráfica possui coordenadas $04^{\circ} 57' 27.7''$ S e $038^{\circ}00' 18.5$ W, compreendendo 11 metros. As fácies presentes são compostas na base por arenito fino com estratificação cruzada (AFC) e estrutura maciça. Acima desta, o corte apresenta uma camada conglomerática de contato erosivo. Em seguida, a próxima camada é composta por arenito com concreções ferruginosas. Após essa camada verificam-se seixos dispersos na fácies arenítica (Figura 28), mostrando uma sucessão de ciclos variando de baixa energia, representados pelos arenitos da base, e maior energia com os conglomerados da camada acima, sustentados por matriz arenosa fina, voltando a reduzir a energia fluvial.

Figura 28– Seção estratigráfica 10.



Fonte: Acervo da autora, 2016.

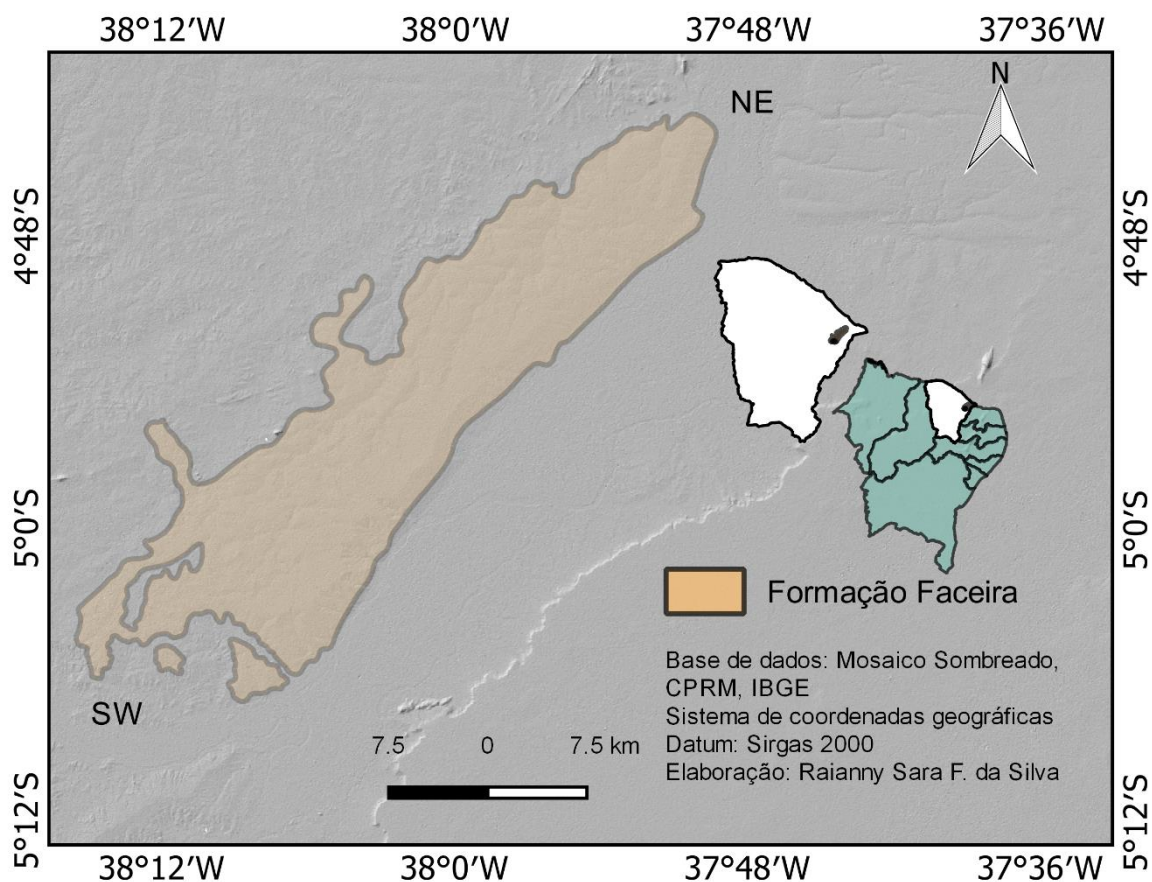
6.2 Análise das seções estratigráficas

Os resultados consistem na identificação de fácies dos depósitos aluviais e avaliação dos terraços, a fim de entender a história evolutiva fluvial. Como

importante elemento para interpretação dos processos que atuaram no ambiente fluvial, a caracterização e o reconhecimento do ambiente fluvial de sedimentação encontra aplicabilidade prática e constitui a base de entendimento de antigos depósitos fluviais (BIGARELLA, 2003). Lima (2008, p.38) complementa esta assertiva ao afirmar que “o estudo dos depósitos sedimentares presentes em áreas continentais, constitui uma importante ferramenta para o entendimento da evolução cenozoica do relevo de uma região”.

Segundo o Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica (PETRI *et al.*, 1996), a formação é a unidade fundamental da classificação estratigráfica formal e caracteriza-se pela relativa uniformidade litológica, formando um corpo de preferência contínuo e mapeável em superfície e/ou subsuperfície. Os terraços dispostos no Baixo vale do Jaguaribe perfazem uma área total de 174.63 km², classificados como de idade pliopleistocênica, (SUDENE, 1967; RADAMBRASIL, 1981; CPRM, 1996; 2003) compondo a unidade litoestratigráfica denominada Formação Faceira. Apresenta morfologia plana estendendo-se na direção NE-SW (Figura 29). São compostos por material siliciclástico, predominantemente de dois tipos litológicos (feldspatos e quartzo) e possuem homogeneidade litológica.

Figura 29– Disposição e morfologia plana da Formação Faceira.



6.2.1 Interpretação para os terraços aluviais a partir das seções estratigráficas

Os terraços fluviais representam um dos elementos morfológicos do vale de maior importância e estão dispostos em topografia mais elevada que o canal fluvial, testemunhando antigas planícies de inundação (CHRISTOFOLETTI, 1981). Essas morfologias possuem um significado temporal, haja vista que fornecem importantes respostas sobre as perturbações climáticas do Quaternário, marcadas pelas glaciações e interglaciações. Tais oscilações definiram períodos sequenciais de agradação e incisão nos vales fluviais, resultando nos níveis deposicionais que se encontram atualmente (BULL, 1990).

O sistema fluvial passa por alterações no seu comportamento, que define os episódios de deposição e incisão. Bull (1990) define que os modos de agradação e incisão vão depender de duas variáveis: poder de corrente e poder de resistência.

Quando o material consegue resistir à força exercida pela corrente, ocorre agredação. A deposição é geralmente causada pela incapacidade de uma corrente em transportar toda a sua carga de leito, devida à diminuição na descarga da corrente e/ ou aumento na quantidade e tamanho da carga. Com as fases glaciais e interglaciais, definindo fases úmidas e secas, o poder de corrente dos canais fluviais é modificado.

À medida que as taxas de incisão vertical aumentam, os rios passam a escavar mais rapidamente do que se alargam e a superfície do vale anterior é abandonada, formando o terraço. A incisão vertical que leva a formação dos terraços geralmente é hipoteticamente causada por mudanças externas: nível de base causado pelo recuo do nível do mar ou pela ação elevação tectônica (SCHANZ e MONTGOMERY, 2016).

Para a formação de terraços é necessária a interação de estágios deposicionais e erosionais (MAIA, 2005). A fase deposicional se processa na ocasião em que o material provindo de montante é carregado para as áreas mais baixas, acumulando-se no baixo curso fluvial. O momento de entalhe se dá quando o rio consegue escavar e aprofundar o leito.

O aumento das taxas de precipitações ocasiona aumento considerável da vazão dos rios que, ao chegar nas zonas de baixo curso, encontram o material depositado na fase anterior. Em seguida, com o aumento do escoamento derivado do aumento no volume de água, o poder de corrente marcado pela competência fluvial passa a erodir e entalhar o depósito formado anteriormente, formando o vale e dando origem ao nível de terraço (MAIA, 2005).

A ocorrência das fases incisivas e acumulativas necessita, primeiramente, que a montante os processos erosivos sejam acentuados. Além disso, a energia fluvial deve ser suficiente para transportar ao longo do vale os materiais que, ao se deparar com declividades mais baixas, os deposita. No caso da fase de entalhe, é necessário que aconteça o rebaixamento do nível de base para se escavar o vale, deixando-o em cota mais elevada que o antigo leito fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Para tanto, as mudanças climáticas do Quaternário e a consequente alteração do nível de base foram imprescindíveis aos estágios de deposição e entalhe nos vales, especialmente no Vale do Jaguaribe. Os processos de sedimentação aluvial estão diretamente relacionados às mudanças climáticas cenozoicas, onde as fases transgressivas foram responsáveis pela elevação dos níveis oceânicos, em

climas mais quentes. Já as fases regressivas promoveram o rebaixamento do nível do mar sob climas mais secos, definindo fases deposicionais e de entalhe (MAIA, 2005).

De acordo com os trabalhos de campo e das seções, os depósitos de seixos denunciam a energia fluvial marcada pela fase deposicional, assim como o retrabalhamento dos seixos marcado pelo grau de arredondamento, o que sugere que possivelmente grande parte do material está distante da área fonte. As análises realizadas através da descrição das seções e da correlação de dados tornaram possível observar o ciclo fluvial de gradação normal, os depósitos de formas de leito bem preservadas e o depósito de fundo de canal. As associações de fácies descritas foram interpretadas como de sistema deposicional fluvial, não apresentando traços de um outro tipo de sistema.

Os depósitos aluviais passaram por ciclos de alta e também de baixa energia, em um contexto climático diferente do atual. Os conglomerados representados pelos depósitos de seixos, indicam que a energia fluvial era elevada, ao passo que o rio teria maior capacidade e competência para transportar e depositar nas áreas de baixo curso. Nas fácies conglomeráticas que estão presentes nos afloramentos se tem a ocorrência de seixos sustentados por matriz arenosa, com a presença de oxidação apresentando coloração avermelhada. Predominam seixo de baixa esfericidade e formato arredondando, compostos de feldspato e quartzo.

Já a fácies arenítica esboça uma textura fina com coloração avermelhada e por vezes esbranquiçada, apresentando estratificação de baixo ângulo. Tal configuração possivelmente corresponde à planície de inundação, exibindo um grau de seleção bem definida.

Com base nas análises do empilhamento vertical desses depósitos e da correlação de dados, foi possível identificar dois tipos de acumulações: depósito de fundo de canal e depósito de planície de inundação.

A partir da avaliação das seções pode-se aproximar uma informação paleoclimática. Os pacotes corroboram pulsos de energia variados. A estratigrafia dos depósitos denunciam um paleoclima semelhante ao atual, onde fases de maior energia estão representados pelo material de maior granulometria e de menor energia estão representados pelos materiais finos em maior proporção, encontrado nos materiais próximos do canal atual. A informação estratigráfica corrobora com um

paleoclima semiárido, onde em dado momento se tem mais energia, em outro, pouca energia.

Maia (2012) enfatiza que os terraços do vale do Jaguaribe são resultantes das variações eustáticas, que conseqüentemente alteraram as descargas fluviais e mudanças no nível de base. As paleosuperfícies estão dispostas em três níveis, sugerindo uma atuação neotectônica, que seria conseqüente de uma incisão durante o último ápice glacial (18.000 anos). Esses depósitos chegam a 30 m sobre o embasamento cristalino.

Destarte, os terraços do baixo Jaguaribe são fruto das alterações do nível de base, ocasionadas pelas mudanças climáticas quaternárias em fases de agradação e incisão.

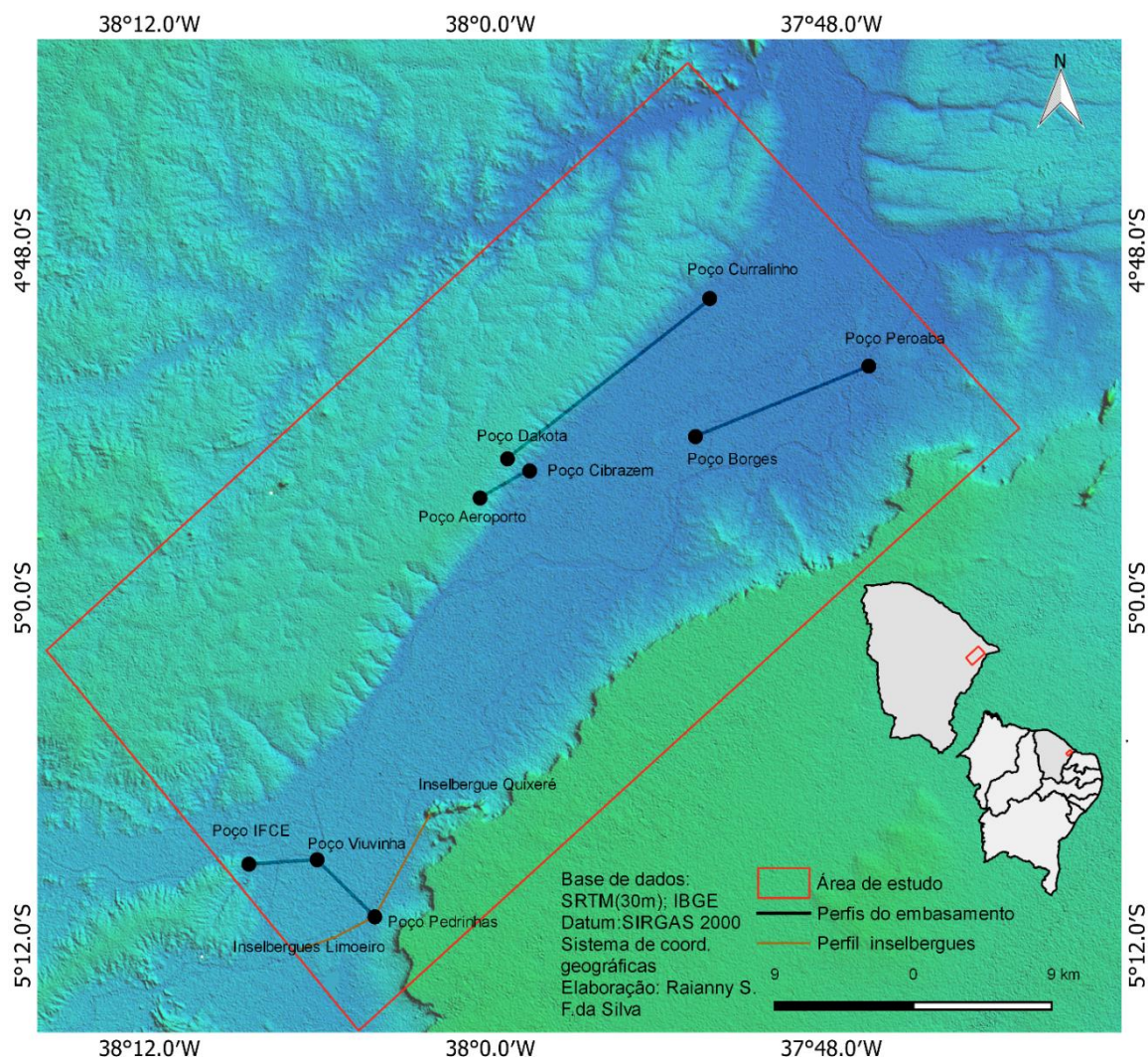
6.3 Aspectos litológicos do embasamento e sua influência na implantação do Vale do Jaguaribe

A configuração do embasamento no baixo vale do Jaguaribe, com a presença de inselbergues graníticos aflorando no canal, sugere avaliação de como evoluiu a implantação do vale sobre o embasamento cristalino. O presente trabalho, através de dados de profundidade de poços e cotas de altitude dos altos do embasamento que afloram atualmente no leito do canal, faz uma análise da implantação do vale fluvial.

Os perfis realizados, no total de 5 (Figura. 30), foram obtidos através do registro de 9 poços existentes no vale fluvial. Estes perfis apresentam sentido NE-SW, com exceção a Limoeiro (E-W) e os inselbergues (N-S). Por meio dos dados de cotas, profundidade de poços e cotas dos inselbergues graníticos, foi possível estabelecer uma possível avaliação de como a configuração do embasamento pode ter influenciado na implantação da sedimentação aluvial.

Os dados litológicos dos poços apresentam uma diferenciação litológica, como rochas gnáissicas em fase de alteração, gnaisses leucocráticos, granitos, com coloração cinza e mineralogia parcialmente alterada, granitos de coloração cinza clara, mineralogia a base de quartzo, feldspato e micas.

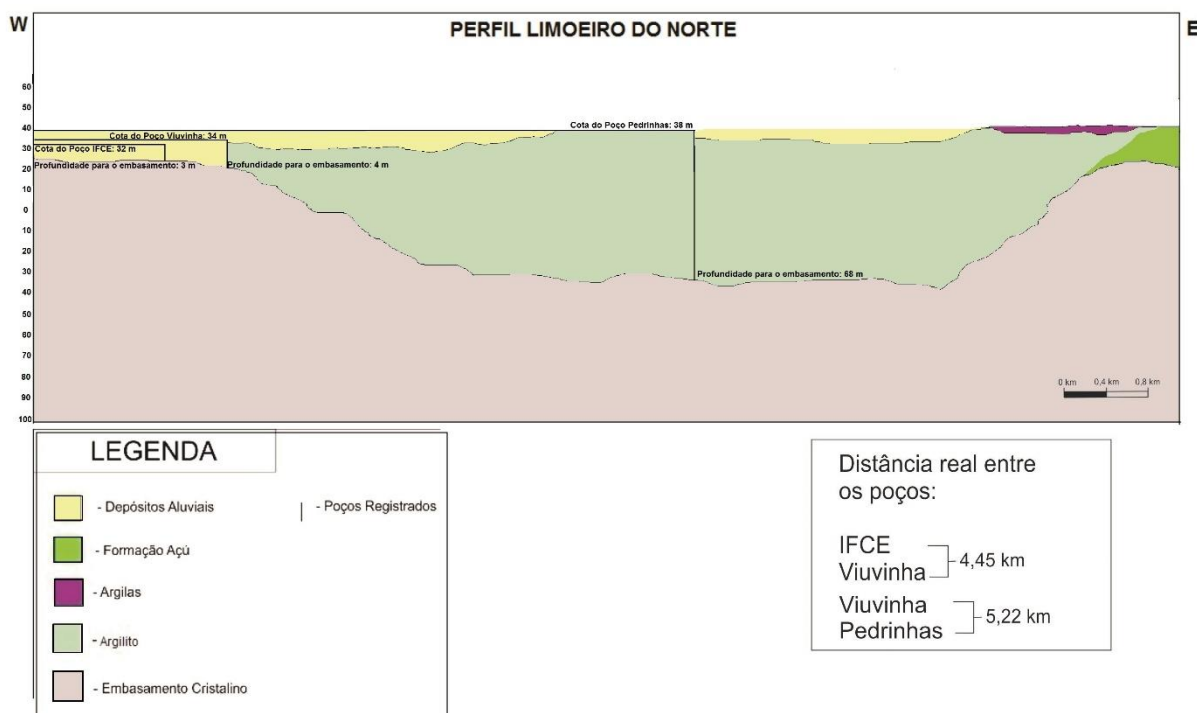
Figura 30– Localização dos poços



6.3.1 Perfil Limoeiro do Norte

No município de Limoeiro do Norte, os três poços (Figura 31) na direção E-W mostram uma variedade no embasamento. O poço IFCE, na cota de 32 m, possui coordenadas 38° 08' 30" W e 05°09'10" S, para chegar ao embasamento encontra-o em 3 m de profundidade. Já o poço Viuvinha, com coordenadas 38°06' 06" W e 05°09'01" S, precisa de 4 m para atingir o cristalino. No poço Pedrinhas, situado nas coordenadas 38°04' 04" W e 05°10' 59" S, o embasamento se encontra com 68 m de profundidade, com cota de 38 m.

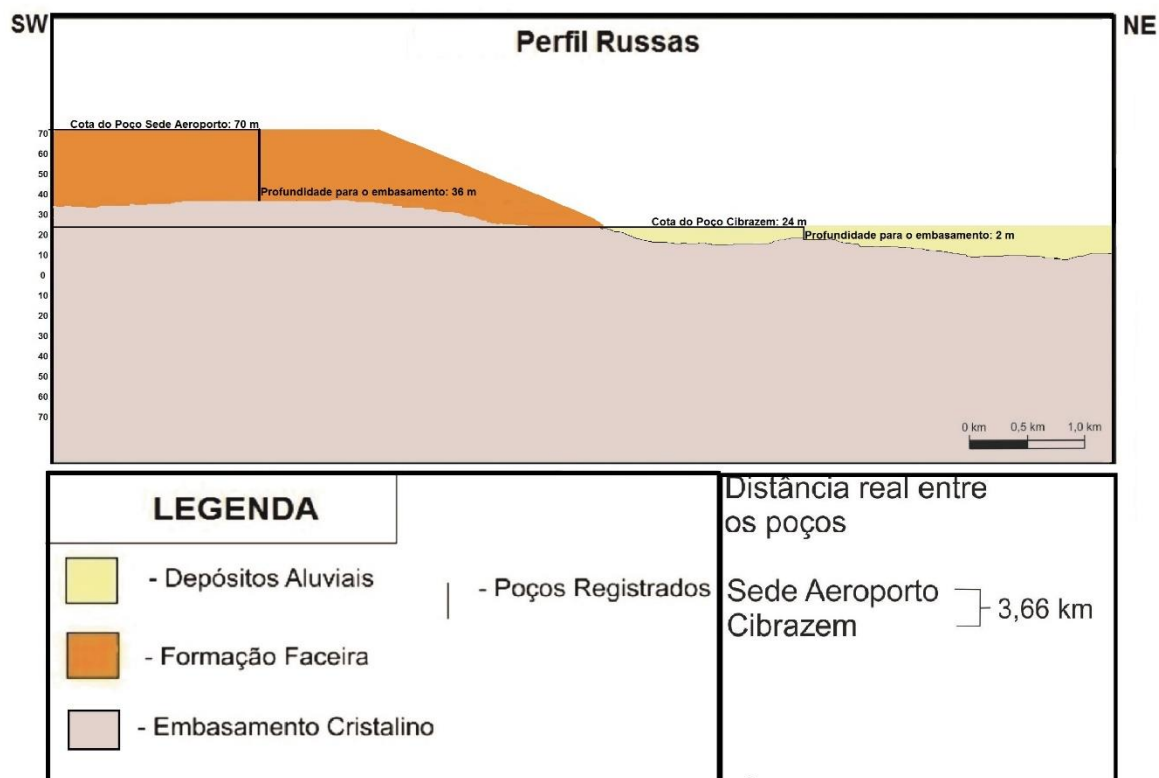
Figura 31– Perfil poços IFCE, Viuvinha e Pedrinhas



6.3.2 Perfil Russas

No município de Russas, os dois poços (Figura 32) de sentido NE-SW apresentam profundidades variadas: no poço Sede-Aeroporto de coordenadas $38^{\circ}00'22''$ W e $04^{\circ}56'32''$ S e cota 70 m, o embasamento atinge uma profundidade de 36 m; porém, no poço Cibrazem, circunscrito na coordenada $37^{\circ}58'37''$ W e $04^{\circ}55'36''$ S e cota 24m , o cristalino chega em uma profundidade de 2 m, nos mostrando o quanto é irregular o leito rochoso da área.

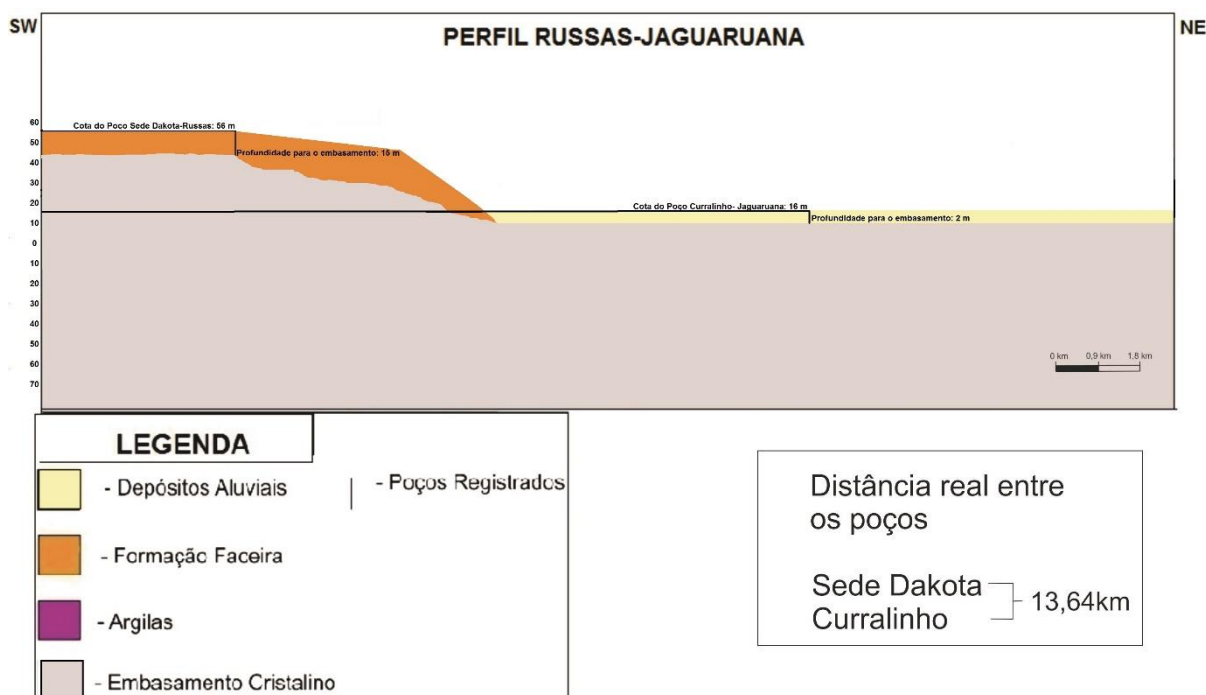
Figura 32– Perfil poços Sede-Aeroporto e Cibrazem



6.3.3 Perfil Russas-Jaguaruana

Abrangendo dois municípios, o perfil Russas-Jaguaruana (Figura 33), NE-SW, apresenta profundidades variadas. No poço Sede-Dakota, situado em Russas, com coordenadas 04°55'11" W e 37°59'24" S e com cota de 56 m, atinge o embasamento com 15 m de profundidade. O contexto se altera no poço Curralinho, em Jaguaruana, que chega ao embasamento com apenas 2 m com cota de 16 m.

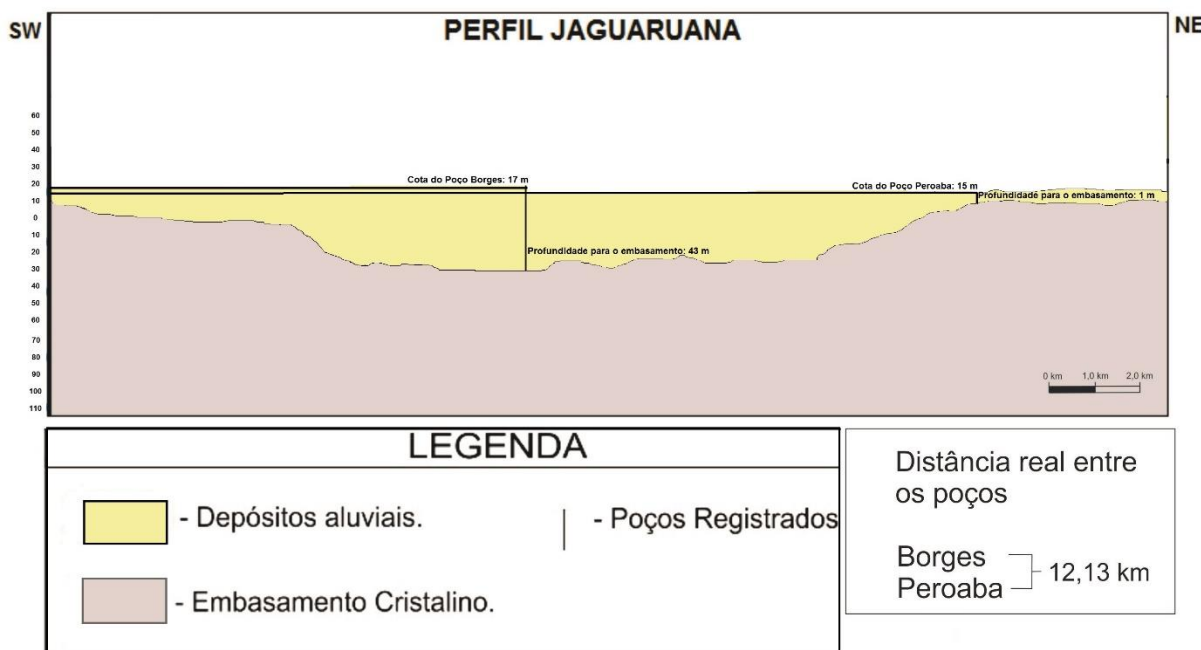
Figura 33– Perfil poços Sede- Dakota (Russas) e Curralinho(Jaguaruana)



6.3.4 Perfil Jaguaruana

Outros dois poços estão situados em Jaguaruana, denominados de Borges e Peroaba (Figura 34). Estes também apresentam diferenciações topográficas, onde o poço Borges ($37^{\circ}52'47''$ W e $04^{\circ}54'25''$ S) e cota 17 m, atinge o embasamento a uma profundidade de 43 m, enquanto que o poço Peroaba ($37^{\circ}46'41''$ W e $04^{\circ}51'59''$ S) e cota 15 m, necessita de apenas 1 m.

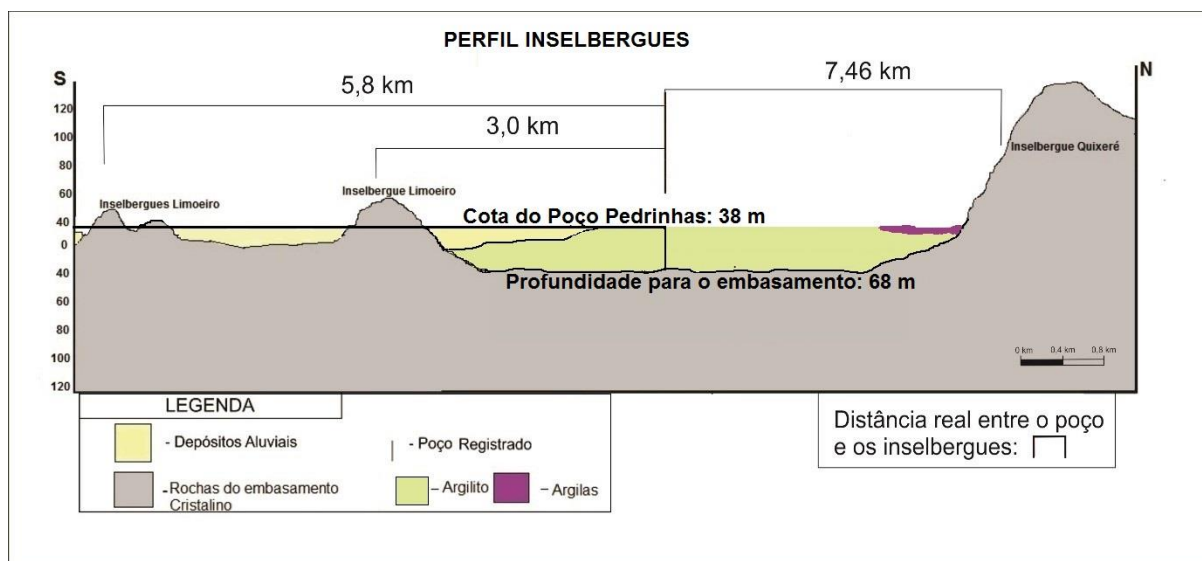
Figura 34– Perfil poços Borges e Peroaba



6.3.5 Perfil Inselbergues

O perfil inselbergues (Figura 35), mostra claramente a variação topográfica existente no vale. Os relevos cristalinos situados na margem direita do canal do rio Jaguaribe, localizados em Limoeiro do Norte e próximo ao município de Quixeré nos mostra tal fato. Os três inselbergues de Limoeiro do Norte, atingem altitudes de 50 m, 40 m e 54 m, enquanto que o de Quixeré cota 129 m. Os inselbergues de Limoeiro do Norte podem ser classificados como inselbergues de fraturamento, diferentemente de Quixeré, classificado como dorso de baleia.

Figura 35– Perfil inselbergues de Limoeiro, poço pedrinhas e Inselbergue Quixeré



A partir da avaliação dos dados de poços, através da profundidade das aluviões e da formação faceira, pode-se notar o quanto é variado o leito rochoso do Vale do Jaguaribe.

Antes da implantação da Bacia Potiguar, existia uma superfície de aplainamento, os relevos graníticos estavam recobertos pelas camadas sedimentares depositadas no Cretáceo, (PEULVAST e BÉTARD, 2015). Os processos erosivos pós cretácicos foram responsáveis pelo recuo lateral da bacia, formando um escarpamento e exumando os inselbergues graníticos.

A configuração do embasamento cristalino pode ter influenciado a evolução do vale fluvial, os altos do embasamento que se apresentam na borda da bacia potiguar configura-se como um dificultador da evolução do canal no sentido leste, nestes setores.

Em fases anteriores à implantação do vale, os tipos litológicos foram erodidos de forma distinta, pois cada rocha responde de forma diferenciada aos agentes erosivos, o que pode ter resultado nas variações topográficas que se apresentam hoje no vale. Não ocorreu uma erosão que escavasse o vale e implantasse sedimentação aluvial, mas sim a implantação em uma área rugosa topograficamente com presença de inselbergues graníticos aflorando no canal.

De acordo com os resultados obtidos, a formação da planície fluvial do Jaguaribe sofreu influência do embasamento cristalino na sua implantação, onde

mostra irregularidades. Neste sentido, duas situações ocorreram no Vale do Jaguaribe: uma condição de alta energia – marcada pelo material que compõem os terraços aluviais – e outra de queda de energia – na formação da planície fluvial, analisados através da granulometria encontrada na área. A deposição de sedimentos ocorre pela queda no gradiente topográfico e redução de energia para transportar material. Assim, a deposição passa a preponderar e formar a planície.

No alargamento do vale do baixo curso do Jaguaribe, a área de acumulação se deu primeiramente em condições de alta energia, marcadas pela incisão nos paleodépósitos da Formação Faceira, seguidas de condições de baixa energia, com a expansão das seções do canal (MAIA, 2005). A condição climática teve importante atuação, definindo os padrões pluviométricos e condicionando a evolução do canal fluvial. Desta forma, o canal assumiu novas feições geomorfológicas através de seu trabalho erosivo, de sua capacidade e sua competência.

6.4 Marcas da evolução do canal atual

6.4.2 Registros de paleocanais no Baixo Jaguaribe

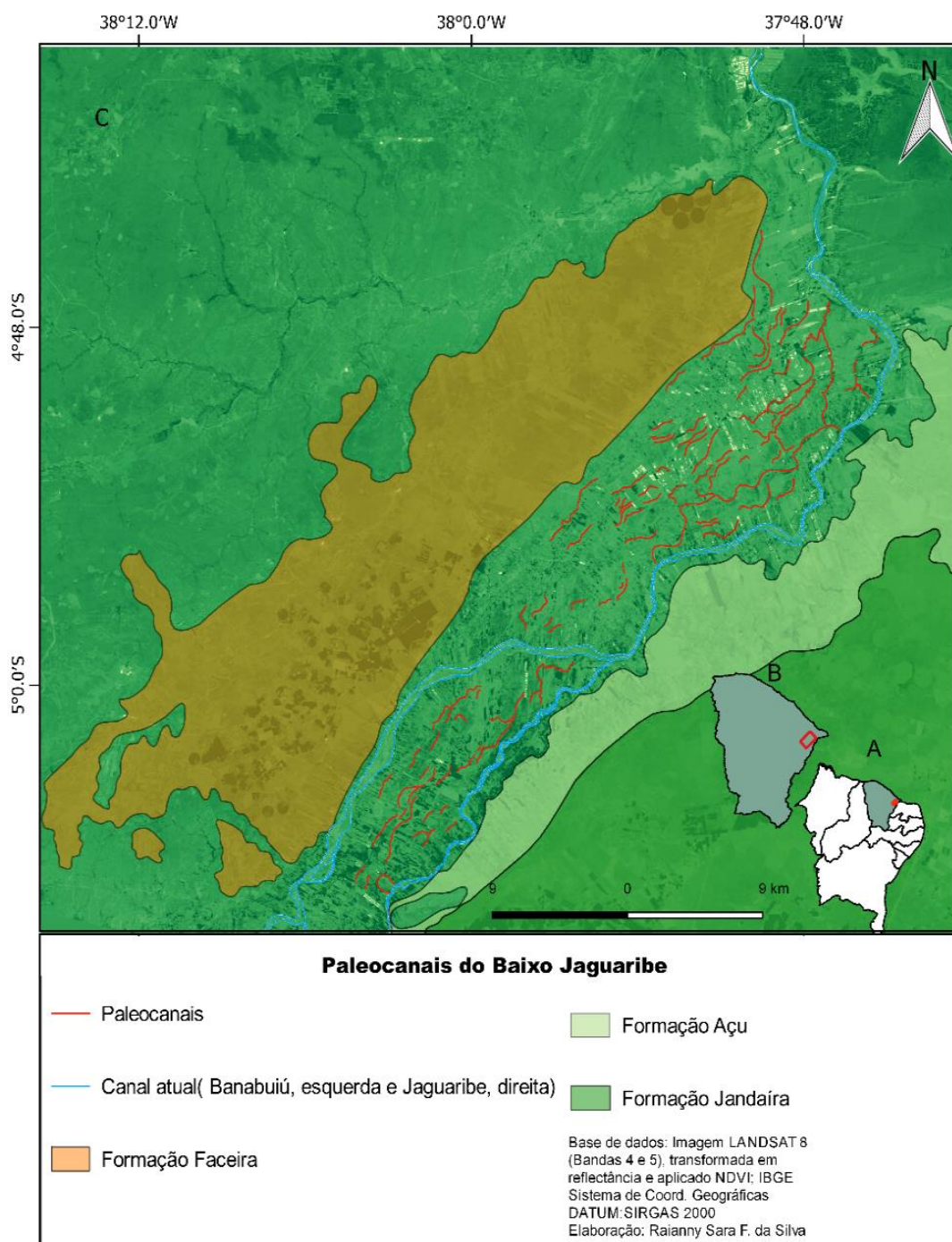
O reconhecimento dos paleocanais é um importante indicador para a avaliação da evolução e dos processos que influenciam o sistema fluvial. Nessa lógica, os registros de antigos cursos no baixo vale do Jaguaribe fornecem subsídios de possível sentido de migração e condições de energia fluvial em que os canais foram submetidos, quando ativos.

A identificação através de aplicação de índice multiespectral foi realizada nos municípios de Limoeiro do Norte, Russas e Jaguaruana, porém identificou-se que o maior número de paleocanais estão situados no município de Jaguaruana, sendo esta a justificativa para realização de trabalho de campo neste município.

A identificação de paleocanais (Figura 36) é frequentemente dificultada, devido ao acesso e as alterações provenientes do seu abandono, por meio da própria dinâmica fluvial ao longo do tempo. Os antigos sistemas apresentam vegetação

seguindo as paleoformas, o que facilitou a identificação através do índice multiespectral, onde a vegetação de maior porte refere-se a *Copernicia prunifera* (carnaúbas). Com os resultados foi possível notar que os paleocanais assumem direção NE, possuem tamanhos variados, são facilmente reconhecíveis em campo e estão vegetados.

Figura 36– Localização dos paleocanais (C). Situação da área no Estado do Ceará (B). Situação do Estado do Ceará a nível de Nordeste (A)



Os mais expressivos paleocanais situam-se próximos ao município de Jaguaruana e são compostos por material argiloso, exibindo gretas de contração (Figura 37). Ocasionalmente, este setor ainda possui conexão com o canal atual, sobretudo quando o rio recebe grandes descargas, o que classifica o mesmo como canal em via de abandono.

Figura 37- Material argiloso e gretas de contração presentes nos canais em via de abandono



Fonte: Acervo da autora, 2016.

Os paleocanais identificados em campo possuem material de granulometria argilosa podendo indicar um ambiente de baixa energia no período em que existia fluxo no canal. As marcas de evolução do canal indica uma migração para o sentido leste, uma vez que o maior número de paleocanais situa-se a oeste do canal atual o que já fora atentado por Cavalcante (2012).

Alguns trechos apresentam marcas de meandros abandonados, que atualmente já se encontram bastante vegetados, assim como os mais próximos do canal atual. Tais pontos apresentam material argiloso, o que pode indicar perda de energia no sistema, típico de ambientes com baixa energia. Os paleocanais mais afastados, apresentam materiais mais arenosos. O estudo dos paleocanais permitiu inferir que o rio Jaguaribe passou por momentos de baixa energia e que o canal apresenta marcas de possível migração para o sentido leste.

6.4.3 Relação da escarpa da bacia potiguar com a evolução do Rio Jaguaribe

A Bacia Potiguar, situada na porção leste da área de estudo, compreende uma altitude em torno de 120 m. Sua escarpa é marcada por processos erosivos (Figura 38), intensificados nos períodos chuvosos onde a drenagem escoar e remove material e alargando as ravinas e as voçorocas. Dispostas em parte da vertente, em Limoeiro do Norte, as voçorocas têm em média 7,78 m de largura e 1,39 m de profundidade.

Figura 38– Processo erosivo na escarpa da Bacia Potiguar

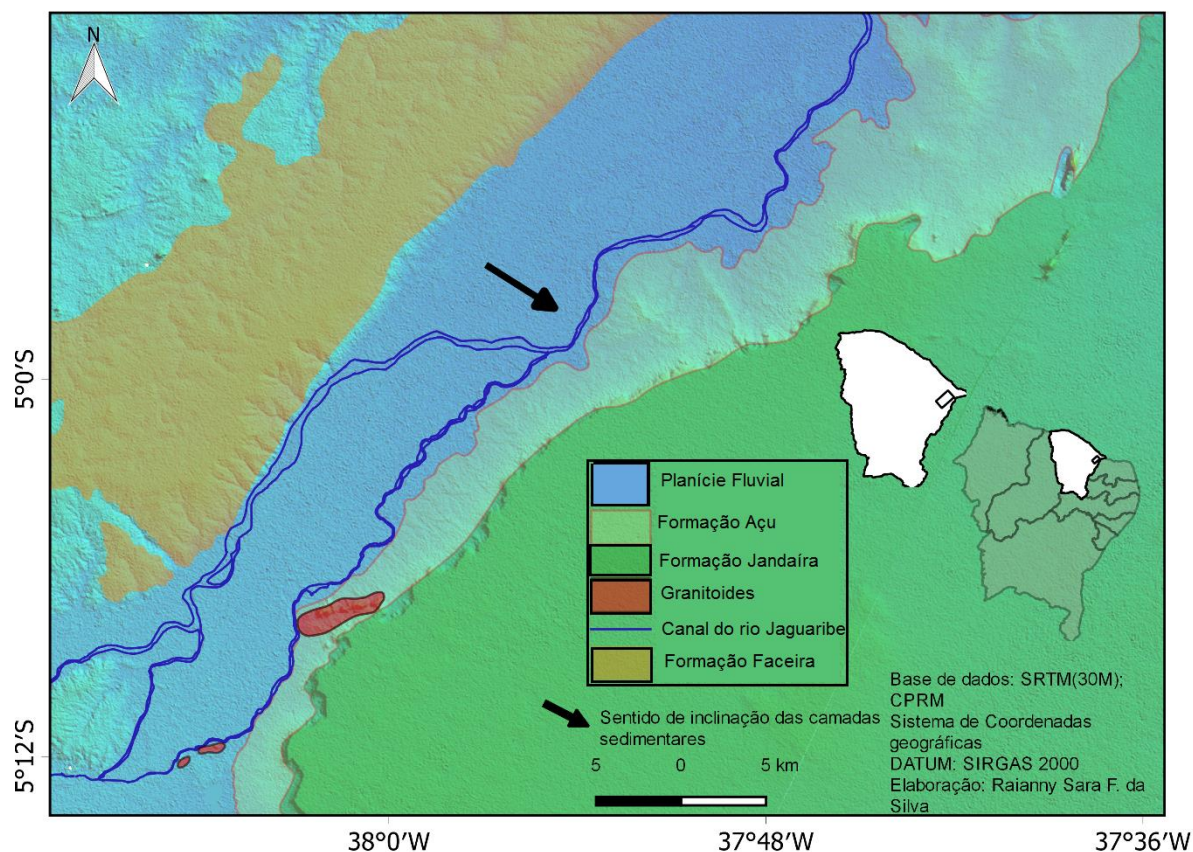


Fonte: Acervo da autora, 2015

O rio Jaguaribe, situado pouco abaixo da escarpa, tem contato direto com o arenito da Formação Açú, o que facilita o trabalho erosivo do rio sobre este setor, contribuindo assim no recuo e posterior redução da borda da bacia. Tal processo é facilitado pela inclinação das camadas sedimentares que possuem sentido leste, preferência de caimento do rifte Cariri-Potiguar. Ao perceber a morfologia da vertente

e do canal do rio Jaguaribe (Figura 39), nota-se uma similaridade entre essas duas unidades. Essa análise da similaridade, através da observação da morfologia do canal e da vertente, pode indicar o sentido de migração do canal do rio Jaguaribe e comprova o que já foi constatado em estudos anteriores, apontado por Maia (2005).

Figura 39- Morfologia do canal e da vertente da bacia potiguar, indicando o sentido das camadas sedimentares



Nas áreas onde se concentram os altos do embasamento, o rio Jaguaribe encontra um dificultador natural para sua migração nestes setores. Assim, nas áreas onde se concentram os inselbergues graníticos, o recuo da escarpa é menos pronunciado. Dois processos comandam no recuo da escarpa: 1) a erosão na escarpa, com o avanço de ravinamentos e voçorocas; 2) a migração do canal, no sentido leste, onde se tem o caimento no sentido do rifte (leste).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa apresentou um panorama dos processos que atuaram e atuam na evolução do baixo vale do Jaguaribe. Através dos resultados obtidos, foi possível reunir uma rede de dados que contribuirá para pesquisas posteriores. As limitações quanto a disponibilidade de um maior número de dados de poços dificultou maiores observações do embasamento cristalino, uma vez que muitos dos dados de poços não conseguem atingir o embasamento. Os resultados mostram que os fatores climáticos, combinados com os eventos geológicos, foram responsáveis pela formação e evolução do baixo vale do Jaguaribe.

De acordo com a discussão aqui proposta, os produtos finais e estudos anteriores realizados em escala regional demonstram que o vale do Jaguaribe teve sua evolução partindo de uma ampla superfície de aplainamento com a presença de inselbergues graníticos. Os granitoides brasileiros soterrados no Cretáceo pela sedimentação da Bacia Potiguar posteriormente foram exumados. Os dados de poços apontam uma irregularidade no embasamento, o que possivelmente influenciou na deposição aluvial e formação do vale.

As seções estratigráficas apontam, para os terraços aluviais, uma antiga deposição marcada por uma alta energia fluvial, onde os conglomerados indicam tal fato. Já os materiais arenoargilosos presentes em alguns setores podem indicar baixa energia, sugerindo setores de planície de inundação. Os ciclos de gradação fluvial normal presente nos terraços mostram uma gradual queda na energia (base composta por material de grosso calibre e encaminhando-se para o topo, material de granulometria fina).

Os paleocanais apresentam morfologia bastante similar à morfologia do canal atual, haja vista que encontram-se em áreas topograficamente deprimidas e apresentam direção preferencial NE-SW. Para melhor avaliar a evolução da antiga drenagem do rio Jaguaribe, a sugestão de amostragens para sondagem ao longo do vale poderia revelar a antiga dinâmica deposicional, bem como inferir sobre a competência do canal e o transporte, reunindo assim, elementos mais precisos para melhor avaliar a evolução do canal do Jaguaribe. As limitações na realização de sondagens dificultaram uma melhor análise da evolução do rio Jaguaribe através dos paleocanais distribuídos no vale. Todavia, os resultados alcançados com a análise dos poços testificam o quanto é variado o leito rochoso do vale do Jaguaribe.

Propõe-se que o canal atual tem sua evolução atual seguindo a direção leste, fato observado através de elementos como: a) a posição dos terraços a oeste do canal atual; b) os paleocanais que estão distribuídos no vale situam-se a oeste do canal atual, possuindo maior expressividade próximos a Jaguaruana; c) o sentido de caimento das camadas sedimentares Bacia Potiguar, em direção leste.

O presente estudo pretendeu contribuir com o entendimento dos principais elementos que fizeram parte da evolução do baixo vale do Jaguaribe. As referências anteriores a este trabalho apontaram uma evolução marcada pelas mudanças climáticas e fatores morfoestruturais. Fatores como as mudanças do nível de base e eustáticas definiram as fases deposicionais no vale, representadas pelas morfologias quaternárias presentes na área.

Assim, a presente pesquisa sugere de acordo com os dados e estudos anteriores, as seguintes fases de evolução em escala regional: 1) formação de superfície de aplainamento com inselbergues graníticos (Neoproterozoico); 2) deposição das camadas sedimentares da Bacia Potiguar - formações Açú e Jandaíra (Cretáceo); 3) deposição da Formação Faceira (Plioceno/Pleistoceno); 4) formação do canal (Pleistoceno); 5) alargamento do vale (Pleistoceno/ Holoceno); 6) migração para leste(Holoceno).

REFERÊNCIAS

- AB' SABER, Aziz Nacib. **Conhecimento sobre as flutuações climáticas do quaternário no Brasil**. *Boletim da sociedade brasileira de geologia*, São Paulo, vol.6. Pag. 41 a 48. 1957.
- ALMEIDA F.F.M., H. Y; BRITO NEVES B.B., FUCK, R.A., **Brazilian Structural Province**. *Eart Sic. Rev.*, 7: p. 1-29. 1981.
- ANP. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis. **Bacia Potiguar. Evolução Tectonoestratigráfica**. Disponível in: , acesso em Agosto de 2016.
- ARAI, M. **A Grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do grupo barreiras**. *Revista do Instituto de Geociências –USP.Geol. USP sér.Cient*, São Paulo, v.6, p-1- 6, 2006.
- ARARIPE, P.de e FEIJÓ, F.J. e. **Bacia Potiguar**. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, 1994.
- ARTHAUD, M. H. **Evolução Neoproterozica do Grupo Ceará(Domínio Ceará Central, NE Brasil): da sedimentação à colisão continental brasileira**. Instituto de Geociências-Universidade de Brasília (Tese de Doutorado),Brasilia- DF, 2007.
- BIGARELLA, J. J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais**. Vol. 3. Florianópolis: Ed. UFSC, 2003.
- BRITO NEVES, B. B. América do Sul: quatro fusões, quatro fissões e o processo acrescionário andino. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 7, p. 11-13, 1999.
- 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*. SBG, Rio de Janeiro, p. 151-82, 2000.
- BRITO NEVES, B.B.; SCHMUS, W.R.V; FETTER, A.H. **Noroeste da África – Nordeste do Brasil (Província Borborema) Ensaio comparativo e problemas de correlação**. *Revista do instituto de geociências da USP*. Geo. USP. ser. cient, vol.1, São Paulo, 2001.
- BULL, W. B. **Stream –terrace genesis: implications for soil development**. *Geomorphology*. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam. 351-367, 1990.
- CAVALCANTE, A. A. **Morfodinâmica fluvial em áreas semiáridas: O rio Jaguaribe a jusante do açude Castanhão- Ceará- Brasil**. (Tese de Doutorado). Rio de Janeiro, Universidade Federal Fluminense, 2012.
- CAVALCANTE, A. A. **Aspectos da produção de sedimentos e seus efeitos na gestão dos recursos hídricos no baixo vale do rio Jaguaribe – CE**. (Dissertação de Mestrado em Geografia). Fortaleza: UECE, 2001.

CAVALCANTE, A. de M. B. **Biodiversidade, Distúrbios Antrópicos e Qualidade de Vida**. In: ELIAS, Denise. O Novo Espaço da Produção Globalizada: o Baixo Jaguaribe. Fortaleza: FUNECE. p. 91-117, 2002.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da sub-bacia do Baixo Jaguaribe / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos**. Fortaleza :INESP, 104p, 2009.

CHARLTON, R. **Fundamentals of Fluvial Geomorphology**. Routledge, New York, 275p., 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. Vol.1. São Paulo: Edgard Blucher,1981.

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

CLAUDINO –SALES, V.C; PEULVAST, J.P. **Evolução morfoestrutural do relevo da margem continental do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil**. *Revista Caminhos da geografia*, Uberlandia, v.7, n.2, 2007.

COSTA, C. A. **Marcas da ocupação do solo na dinâmica fluvial no Médio- Baixo Jaguaribe-CE** (Dissertação de mestrado em Geografia). Fortaleza: UECE, 2009.

CPRM. **Avaliação das potencialidades hídrica e mineral do médio-baixo Jaguaribe – Ce**. Programa de gestão e administração territorial – GATE. Fortaleza, 1996.

CREMON; ROSSETI, D.F; SAWAKUCHI, A.O. **Geomorfologia e geocronologia de depósitos aluvionares do baixo Rio Branco – Norte da Amazônia**. *Revista Geonorte*, ed.especial 4.v.10, N.4, 2014.

CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia fluvial**. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. *Geomorfologia. Uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2012.

DELLA FÁVERA, J. C. **Fundamentos de estratigrafia moderna**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 264p, 2001.

DNPM. **Projeto organização e formalização das atividades de extração de argila no Baixo Jaguaribe, Estado do Ceará**. Fortaleza, 2013.

EMBRAPA. **Agência Embrapa de informação tecnológica**. Disponível in: www.agencia.cnptia.embrapa.br/arvore. Acesso em Dezembro de 2016.

EMBRAPA. **Distribuição de solos no Brasil**. Disponível in: . Acesso em agosto de 2016.

- FERREIRA, A de B. **Variabilidade e dinâmica geomorfológica**. Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Vol. 1, AP Geom, Lisboa, p.7-15, 2002.
- GATTO, L. C. (supervisor). **Diagnóstico ambiental da bacia do rio Jaguaribe – diretrizes gerais para a ordenação territorial**. IBGE, Salvador, 1999.
- GOMES NETO, A. O. **Neotectônica do baixo vale do rio Jaguaribe – Ceará**. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, UNESP, Rio Claro, 2007.
- GOUDIE, A. S. **Encyclopedia of geomorphology**. Vol. 1 , 2006.
- GROTZINGER, J e JORDAN, T. **Transporte Fluvial: das Montanhas aos Oceanos**. In: Para entender a Terra. 6ªed. Porto Alegre, Bookman, 2013.
- HINGEL, R. de L; MARÇAL, M dos S; SILVA, T. M da. **Sedimentação quaternária na Bacia do rio Macaé(RJ):Espacialização e análise de terraços fluviais**. XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA. III Encontro do Quaternário Sulamericano. XIII ABEQUA Congress – The South American Quaternary: Challenges and Perspectives, 2011.
- IPECE. Instituto de pesquisa econômica e aplicada do Ceará. **Perfil básico Municipal**. 2016.
- JÚNIOR, A.P.M; BARROS, L.F.de P; RAPOSO, A.A; CHEREM, L.F. S. **Eventos deposicionais fluviais quaternários e dinâmica recente do Vale do Rio Maracujá-Quadrilátero ferrífero/MG**. Revista brasileira de geografia física, 78-86, 2010.
- LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX, J.C.; SINHÁ, R. **Tropical Rivers**. *Geomorphology*. nº 70, p.187-206, 2005.
- LANA, C.E e CASTRO, P.T . **Evolução histórica e filosófica do conceito de nível de base fluvial**. TERRÆ DIDÁTICA 8(1):51-57, 2012
- LEOPOLD, L. B. e WOLMAN, M. G. **River Channel Patterns: Braided, Meandering and Straight**. U.S. Geological Survey Professional Paper. 51p, 282-B,1957.
- LEOPOLD, L.B., WOLMAN, M.G., MILLER, J.P. **Fluvial Processes in Geomorphology**. 1964.
- LIMA, M da G. **A História do intemperismo na Província Borborema oriental, Nordeste do Brasil: Implicações Paleoclimáticas e Tectônicas**. Programa de pós graduação em geodinâmica e geofísica (Tese de doutorado). UFRN. Natal, 2008.
- LIMA, M.I.C de. **Análise de drenagem e seu significado geológico-geomorfológico**. Belem/PA. 2006.
- LOWE, J.J e WALKER, M.J.C. **Reconstruing quaternary environments**. 1984.

LUCENA, R.P. **O potencial de uso das jazidas de argila na planície fluvial do rio Jaguaribe**. Programa de pós graduação em geografia-PROPGEO. (Mestrado em geografia), 2014.

MABESSONE, J. M. **História da Província Borborema NE do Brasil**. *Revista de Geologia*, v.15, Recife, p.119-129, 2002.

MAIA, R. P. **Planície fluvial do rio Jaguaribe: evolução geomorfológica, ocupação e análise ambiental** (Dissertação de mestrado em Geografia). Fortaleza: UECE, 2005.

MAIA, R. P; BEZERRA, F.H; CLAUDINO-SALES, V. **Vales Fluviais do NE: Considerações Geomorfológicas**. *Revista OKARA: geografia em debate*, V.2, n.2. p.128-206, João Pessoa, PB, OGEOC/CCEN/UFPB, 2008.

MAIA, R.P. **Geomorfologia e Neotectônica no Vale do rio Apodi-Mossoró RN**. Programa de pós graduação em geodinâmica e geofísica (tese de doutorado). Natal-RN, 2012.

MAIA, R.P; BEZERRA, F.H. **Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste setentrional brasileiro, conditioning structural of relief in Northeast Brazilian**. *Revista Mercator*. Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 127-141, jan./abr. 2014.

MAIA, R.P; BEZERRA, F.H. **Tópicos de Geomorfologia Estrutural-Nordeste brasileiro**. Fortaleza, edições UFC, 2014.

MATOS, R.M.D. **The Northeast Brazilian rift system**. *Tectonics*, 11(4): 766-791, 1992.

MEDEIROS, A. Cálculo de NDVI no Quantum Gis. Disponível in: . Acesso em setembro de 2016.

MEIRELES, A.J. de A. **As unidades Morfo-estruturais do Estado do Ceará**. In: Ceará: um novo olhar geográfico/organizadores, José Borzacchiello da Silva, Tércia Correia Cavalcante, Eustógio Wanderley Correia Dantas; Maria Salete de Sousa...[et al]– Fortaleza: edições Demócrito Rocha, 2005.

MEIRELES, A. J. A. **Geomorfologia Costeira: funções ambientais e sociais**. Imprensa universitária, 2014.

MELLO, C. L. **Aloestratigrafia e análise de fácies: “revoluções” na geologia sedimentar e o estudo do quaternário**. *Anuário do Instituto de Geociências*. Vol.17, Rio de Janeiro, Dez, 1994.

MIALL, A. D. **Principles of sedimentar basin analysis**. 3.ed. *Springer*, 2000.

MIRANDA, T. S de; FILHO, J.M; BRITO NEVES, B.B de; BARBOSA, J.A. **Estudo do Comportamento geológico-estrutural dos depósitos cretácicos do sistema aquífero Apodi, Bacia Potiguar, NE do Brasil.** Estudos geológicos. V.22(1), 2012.

NETTO, A.L.C. **Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia.** In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. Geomorfologia. Uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: 11 ed. Bertrand Brasil, 2012.

NEVES, B. B. B. **América do Sul: quatro fusões, quatro fissões e o processo acrescionário andino.** In: Anais do VII Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, Lençóis – Bahia, 1999.

NICHOLS, G. **Sedimentology and Stratigraphy.** Second edition. 411p, 2009.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** 2º Ed. Rio de Janeiro: IBGE.421p, 1989.

NOVO, Evlyn Márcia L. de M. Ambientes fluviais. In: FLORENZANO, Teresa Gallotti (org). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

OLIVEIRA, P.E de; PESSENDA, L.C.R; BARRETO, A.M.F; OLIVEIRA, E. V de; SANTOS, J.C dos. **Paleoclimas da Caatinga brasileira durante o quaternário tardio.** In: Paleotologia: Cenários de vida. Vol. 5, Ed. Interciência. Rio de Janeiro, 2014.

OLIVEIRA, R. G de. **Arcabouço Geofísico, Isostasia e causas do magmatismo cenozóico da Província Borborema e de sua margem continental (Nordeste do Brasil).** Tese de Doutorado (Geodinâmica e geofísica), UFRN, 2008.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia.** Rio de Janeiro: Fundacao IBGE, 1980.

PESSOA NETO, O.C.; SOARES, U.M.; SILVA, J.G.F.; ROESNER, E.H.; FLORÊNCIO, C.P.; SOUZA, C.A.V. **Bacia Potiguar.** Boletim de Geociências da Petrobras, v. 15, n. 2, p. 357- 369, 2007.

PEULVAST, J. P; BÉTARD, F. **Landforms and Landscape Evolution of the equatorial margin of Northeast Brazil,** *Springer Earth sciences*, 2015.

PETRI, S.; COIMBRA, A.M.; AMARAL, G.; OJEDA, H.O.; FÚLFARO, V.J.; PONÇANO, W. L. Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica. **Revista Brasileira de Geociências**, v.16, n.4, p.376-415, 1996.

PREES, Frank; SIEVER, Raymond; GROETZINGER, John; JORDAN Thomas H. Rios: o transporte para os oceanos. In: Para Entender a Terra. Trad. Rualdo Menegat et al.. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, Vol. 23 1981.

ROSSETI, D; ROCCA, R.R; TATUMI, S.H. **Evolução dos sedimentos pós-barreiras na zona costeira da bacia São Luís, Maranhão, Brasil**. Bol.mus.Para. Emilio Goeldi.Cienc.Natural. Belém, v.8n.1p.11-25, 2013.

SALGADO LABORIAU, **História Ecológica da Terra**. Editora Edgar Blucher. São Paulo, 1994.

SANTOS, G.B. DOS; JUNIOR, A.P.M; CHEREM, L. S.F. **Níveis de Terraços fluviais e depósitos Sedimentares correlativos no Alto Vale do Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, MG**. Revista brasileira de geomorfologia. Vol. 10.nº1, 2009.

SANTOS, M. L dos. **Unidades geomorfológicas e depósitos sedimentares associados no sistema fluvial do Rio Paraná no seu curso superior**. Revista brasileira de geomorfologia, ano 6, nº1 85-96, 2005.

SCHANZ, S.A.; MONTGOMERY, D.R. **Lithologic Controls On Valley Widht And Strath Terrace Formation**. *Geomorphology*, vol. 258:58-68:10, 2016.

SCHUMM, S. A e LICHTY, R. W. **Time, space, and causality in geomorphology**. American jornal of Science, vol 263, p. 110-119. 1965.

SCHUMM, S.A. **River response to baselevel change: implications for sequence stratigraphy**. Department of Earth resources, Colorado State University, 1993.

SILVA FILHO, W. F. Domínios morfoestruturais da plataforma continental do estado do Ceará. Programa de pós graduação em geociências- UFRS(Tese de doutorado), 2004.

SILVA, J.G. R da. **Ciclos orbitais ou ciclos de Milankovitch**. Textos de glossário geológico ilustrado. 2007.

SOUSA, A. B. DE; MELO,R. A. DE; SILVA, D. F. DA. **Avaliação climática e dos recursos Hídricos da Bacia hidrográfica do Rio Jaguaribe (Ce)**. Revista Brasileira de geografia física. V. 6 N. 5, 2013.

SOUZA, M.J.N. **Bases naturais e esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará**. In: LIMA, L.C.; MORAES, J.O.; SOUZA, M.I.N (Org.) Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará. Fortaleza: FUNECE, 2000.

SOUZA, M.N. **Compartimentação Geoambiental do Ceará**. In: Ceará: um novo olhar geográfico/organizadores, José Borzacchiello da Silva, Tércia Correia Cavalcante, Eustógio Wanderley Correia Dantas; Maria Salete de Sousa...[et al]– Fortaleza: edições Demócrito Rocha, 2005.

STANFORD, S.D; WITTE, R.W; BRAUN, D.; RIDGE, J.C. **Quaternary fluvial history of the Delaware river, New Jersey and Pennsylvânia, EUA: The effects of glaciation, glacioisostasy, and eustasy on a proglacial river system.** *Geomorphology*, (264), 12-28, 2016.

SUDENE/ASMIC. **Estudo Geral do Vale do Jaguaribe (GVJ).** 1967.

SUGUIO, K. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais.** São Paulo: Oficina de textos, 2010.

SUGUIO, K. **Geologia sedimentar.** São Paulo: Edgard Blucher, 2003.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia.** Edgard Blucher/Ed. Da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1973.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J.J. **Ambientes fluviais.** 2.ed. Florianópolis: UFSC, 1990.

TUCKER, M. **Rochas Sedimentares.** Edições Bookman, 2014.

WALKER, R. G. **Facies Models: Response to Sea Level Change.** Edited by Roger G. Walker. Department of geology, Mc Master Hamilton, Ontario, Canadá and Noel P. James, Department of geological Sciences, 1992.

ANEXO A- FICHAS TÉCNICA DOS POÇOS DE LIMOEIRO DO NORTE



Ficha Técnica Completa de Poço



Poço: 2300022859	UF : CE	Município : Limoeiro do norte	Localidade : Sede - IFCE		
------------------	---------	-------------------------------	--------------------------	--	--

Perfil Construtivo		Gerais				
		Dados Gerais:				
		Nome:	PS059/2011 - SOHIDRA			
		Data da Instalação:				
		Proprietário:	IFCE de Limoeiro do Norte			
		Natureza do Ponto:	Poço tubular			
		Uso da água:	Abastecimento múltiplo			
		Cota do Terreno:				
		Localização:				
		Localidade:	Sede - IFCE			
		UTM (Norte/Sul):	9430396			
UTM (Leste/Oeste):	595138					
Latitude (GGMMS):	050910					
Longitude (GGMMS):	380830					
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-NNE					
Subbacia Hidrográfica:	Rio Jaguaribe					
Situação:						
Data:						
Situação:						
Construtivos						
Perfuração						
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método		
17/06/2011	0,00	62,00	SOHIDRA	Rotopneumático		
Diâmetro:						
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros			
0,00	16,00	8 1/2	215,9000			
16,00	62,00	6	152,4000			
Revestimento:						
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)		
0,00	12,00	Plástico geomecânico	6	152,4000		
Filtro:						
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura	
12,00	16,00	Plástico geomecânico	6	152,4000		
Espaço Anular:						
De (m):	Até (m):	Material				
0,00	16,00	Pro-filtro				
Boca do Tubo:						
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)			
		6	152,4000			
Entrada d'água:						
Profundidade:						
20,00						
Profundidade Útil:						
Data:						
Profundidade:						
62,00						

Geológicos

Feição Geomorfológica:	
Descrição:	

Formação Geológica:		
Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:

Dados Litológicos:			
De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	3	Solo	Solo cascalho-arenoso, pobremente selecionado, coloração marrom claro.
3	10	Granito	Rocha granítica alterada.
10	62	Granito	Rocha de composição granítica com biotita.

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:		
Aquífero: Fissural	Topo (m):	3,00
	Base (m):	62,00
	Captação:	Simultânea
	Condição:	
	Penetração:	Parcial

Nível da Água:	
Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S.N)?	
Vazão (m ³ /h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
22/06/2011	N	0,50	07:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m ³ /h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m ³ /h):
55,00	0,02		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m ² /s):	Vazão Após Estabilização (m ³ /h):	Tipo do Teste:
		1,1	Rebaixamento
Método:	Unidade:		
	Bomba submersa		

Análises Químicas

Análises Químicas:	
Data da Coleta:	05/07/2011
Condutividade Elétrica (µS/cm):	10408,00
Qualidade da Água (PT/CO):	1,00
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	1
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
pH:	7,27

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

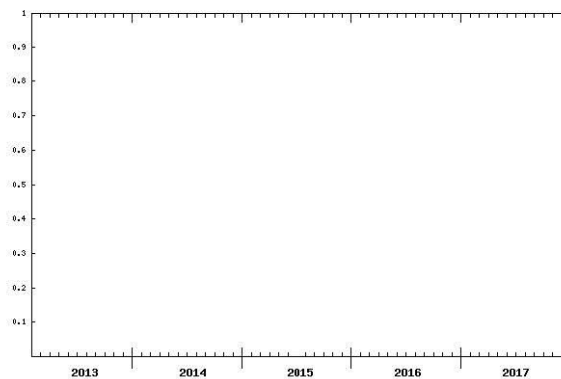
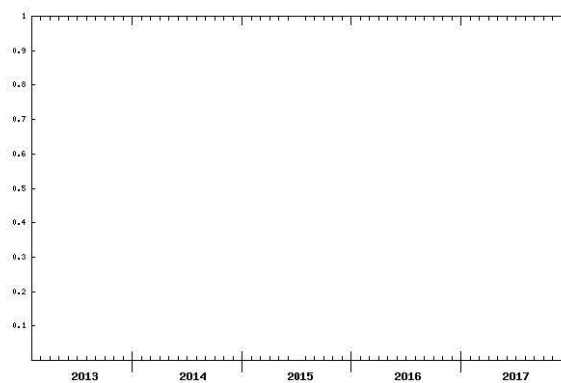
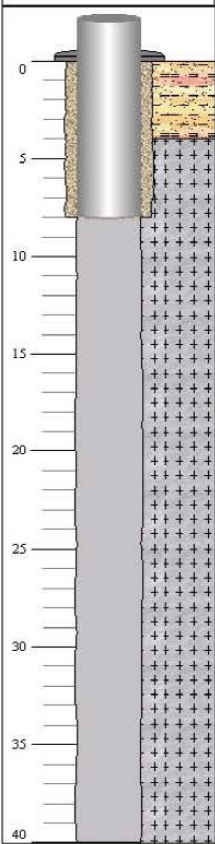


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2300001185	UF: CE	Município: Limoeiro do norte	Localidade: VIUVINHA
------------------	--------	------------------------------	----------------------

Perfil Construtivo	
0	
5	
10	
15	
20	
25	
30	
35	
40	

Gerais	
Dados Gerais:	
Nome:	
Data da Instalação:	
Proprietário:	
Natureza do Ponto:	Poço tubular
Uso da água:	Abastecimento urbano
Cota do Terreno:	
Localização:	
Localidade:	VIUVINHA
UTM (Norte/Sul):	9430650
UTM (Leste/Oeste):	599540
Latitude (GGMSS):	050901
Longitude (GGMSS):	380606
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-MNE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Jaguaribe
Situação:	
Data:	20/04/1992
Situação:	Seco

Construtivos					
Perfuração:					
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método	
20/04/1992	0.00	40.00	SOHIDRA	Percussão	
Diâmetro:					
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros		
0.00	8.00	8	203.2000		
8.00	40.00	6	152.4000		
Revestimento:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	
0.00	8.00	Não especificado	6	152.4000	
Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
Espaço Anular:					
De (m):	Até (m):	Material			
0.00	8.00	Pre-filtro			
Boca do Tubo:					
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)		
		6	152.4000		
Entrada d'água:					
Profundidade:					
Profundidade Útil:					
Data:	Profundidade:				
	40.00				

Geológicos

Feição Geomorfológica:	
Descrição:	

Formação Geológica:		
Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:

Dados Litológicos:			
De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	4	Solo argiloso	SOLO ARGILOSO
4	40	Rocha Cristalina não identificada	ROCHA CRIST.COHST.ESSENCIALMENTE POR QZ, FELDS, MUSC, E MAFICOS, FRAG. MEDIAN AMTRIT. ME SOC

Hidrogeológicos

Aquífero no Poço:

Nível da Água:	
Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m ³ /h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m ³ /h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m ³ /h):
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m ² /s):	Vazão Após Estabilização (m ³ /h):	Tipo do Teste:
Método:	Unidade:		

Análises Químicas

Análises Químicas:	
Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
pH:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

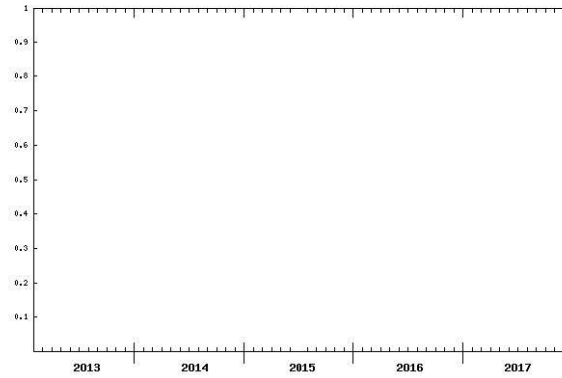
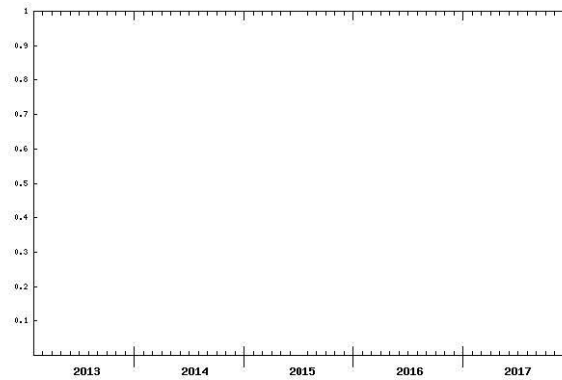
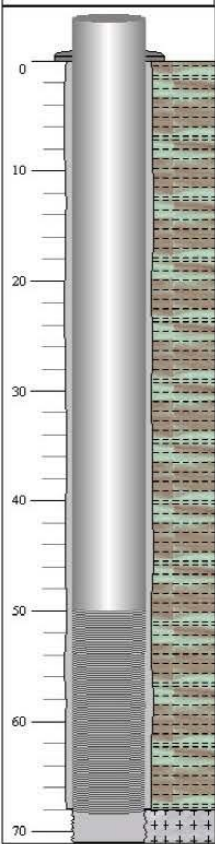


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2300001400	UF: CE	Município: Limoeiro do norte	Localidade: PEDRINHAS
------------------	--------	------------------------------	-----------------------

Perfil Construtivo		Gerais				
	Dados Gerais:					
	Nome:					
	Data da Instalação:					
	Proprietário:					
	Natureza do Ponto:	Poço tubular				
	Uso da água:	Abastecimento doméstico				
	Cota do Terreno:					
	Localização:					
	Localidade:	PEDRINHAS				
	UTM (Norte/Sul):	9427000				
UTM (Leste/Oeste):	603300					
Latitude (GGMSS):	051059					
Longitude (GGMSS):	380404					
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-MNE					
Subbacia Hidrográfica:	Rio Jaguaribe					
Situação:						
Data:						
Situação:						
Construtivos						
Perfuração:						
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método		
05/11/1990	0.00	71.00	PHD - GEOTECNICA E CONST. LTDA			
Diâmetro:						
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros			
0.00	68.00	7	177.8000			
68.00	71.00	6	152.4000			
Revestimento:						
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)		
0.00	50.00	Plástico geomecânico	6	152.4000		
Filtro:						
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura	
50.00	68.00	Não especificado	6	152.4000		
Espaço Anular:						
De (m):	Até (m):	Material				
Boca do Tubo:						
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)			
		6	152.4000			
Entrada d'água:						
Profundidade:						
Profundidade Útil:						
Data:	Profundidade:					
	71.00					

Geológicos

Feição Geomorfológica:	
Descrição:	

Formação Geológica:		
Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:

Dados Litológicos:			
De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	68	Argilito	ARGILA COM AREIA FINA A GROSSA E PEDREGULHOS DE QUARTZO, COL. AVERMELHADA.
68	71	Rocha Cristalina não identificada	ROCHA METAMORFICA DE COMPOSICAO QUARTZO-FELDSPATICA, COL. CINZA

Hidrogeológicos

Aquífero no Ponto:

Nível da Água:	
Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S.M)?	
Vazão (m ³ /h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
	N	12.00	12.00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m ³ /h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m ³ /h):
38.00	0.06		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m ² /s):	Vazão Após Estabilização (m ³ /h):	Tipo do Teste:
		1.5	
Método:	Unidade:		

Análises Químicas

Análises Químicas:	
Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PTCO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Odor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
pH:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

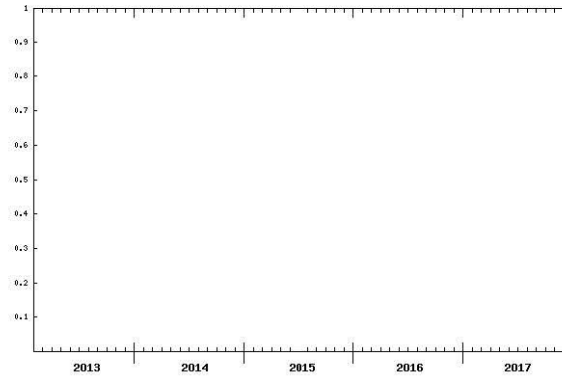
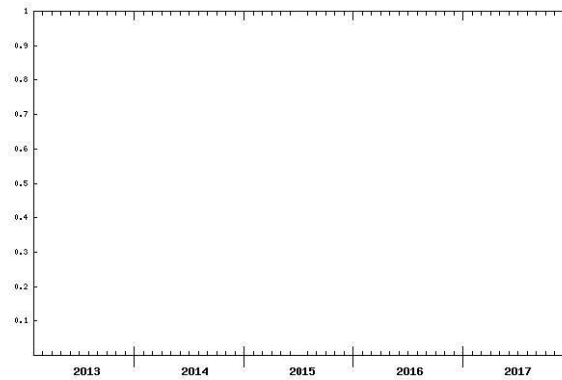


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



ANEXO B- FICHAS TÉCNICA DOS POÇOS DE RUSSAS



Ficha Técnica Completa de Poço



Poço: 2300009253	UF: CE	Município: Russas	Localidade: Sede - Aeroporto
------------------	--------	-------------------	------------------------------

Perfil Construtivo	
0	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	

Gerais	
Dados Gerais:	
Nome:	38/81 - SOEC
Data da Instalação:	
Proprietário:	FDC
Natureza do Ponto:	Poço tubular
Uso da água:	
Cota do Terreno:	
Localização:	
Localidade:	Sede - Aeroporto
UTM (Norte/Sul):	9453621
UTM (Leste/Oeste):	610162
Latitude (GMMSS):	045632
Longitude (GMMSS):	380022
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Jaguaribe
Situação:	
Data:	17/07/2014
Situação:	Obstruído

Construtivos					
Perfuração:					
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método	
15/12/1981	0.00	72.00	SOEC		
Diâmetro:					
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros		
0.00	41.00	9 7/8	250.8250		
41.00	72.00	6	152.4000		
Revestimento:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	
0.00	41.00	Aço galvanizado com rosca e luva	6	152.4000	
Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	41.00	Material da formação

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
17/07/2014	0.40	6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	72.00

Geológicos			
Feição Geomorfológica:			
Descrição:			
Formação Geológica:			
Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:	
Dados Litológicos:			
De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	24	Argila arenosa	Argila arenosa, mal selecionada e apresentando quartzo.
24	36	Argila arenosa	Argila arenosa vermelha de granulometria mediana, contendo bastante quartzo.
36	72	Rocha Cristalina não identificada	Rocha cristalina não identificada contendo quartzo, feldspato e biotita.
Hidrogeológicos			
Aquífero no Ponto:			
Nível da Água:			
Data:			
Nível da Água (m):			
Nível Medido Bombeando (S.N)?			
Vazão (m ³ /h):			
Teste de Bombeamento			
Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
15/12/1981	N	29,80	
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m ³ /h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m ³ /h):
62,50	0,012		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m ² /s):	Vazão Após Estabilização (m ³ /h):	Tipo do Teste:
		0,4	
Método:	Unidade:		
Análises Químicas			
Análises Químicas:			
Data da Coleta:			
Condutividade Elétrica (µS/cm):			
Qualidade da Água (PTCO):			
Sabor da Água:			
Qualidade da Água (Odor):			
Temperatura (C°):			
Turbidez (NTU):			
Sólidos Suspensos (mg/l):			
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):			
Aspecto Natural:			
Ph:			

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

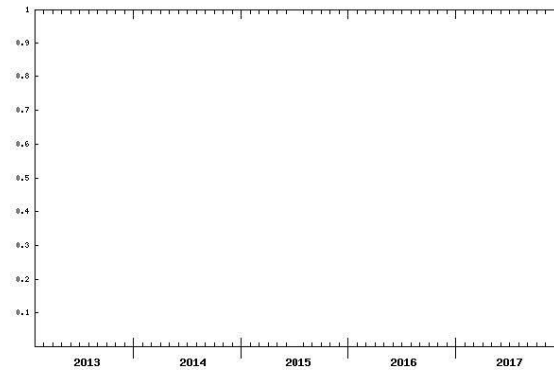
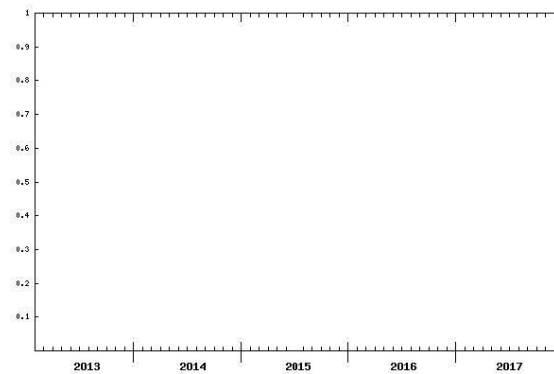


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2300009409	UF: CE	Município: Russas	Localidade: SEDE - CIBRAZEM		
------------------	--------	-------------------	-----------------------------	--	--

Perfil Construtivo					
0					
5					
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					

Gerais	
Dados Gerais:	
Nome:	RUS/CE/133
Data da Instalação:	
Proprietário:	CONAB
Natureza do Ponto:	Poço tubular
Uso da água:	Abastecimento múltiplo
Cota do Terreno:	
Localização:	
Localidade:	SEDE - CIBRAZEM
UTM (Norte/Sul):	9455345
UTM (Leste/Oeste):	613413
Latitude (GGMSS):	045536
Longitude (GGMSS):	375837
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-MNE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Jaguaribe
Situação:	
Data:	30/07/1998
Situação:	Fechado

Construtivos					
Perfuração:					
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método	
19/11/1981	0.00	42.00	SOEC - DEPT. DE MINAS		
Diâmetro:					
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros		
0.00	6.00	9 7/8	250.8250		
6.00	30.00	8	203.2000		
30.00	42.00	6	152.4000		
Revestimento:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	
0.00	17.70	Plástico p.v.c.	6	152.4000	
Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
17.70	29.70	Plástico p.v.c.	6	152.4000	
Espaço Anular:					
De (m):	Até (m):	Material			
Boca do Tubo:					
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)		
		6	152.4000		
Entrada d'água:					
Profundidade:					
Profundidade Útil:					
Data:	Profundidade:				
	42.00				

Geológicos			
Feição Geomorfológica:			
Descrição:			
Formação Geológica:			
Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:	
Dados Litológicos:			
De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	2	Solo areno-argiloso	Solo areno-argiloso avermelhado, contendo pequenos grãos de quartzo.
2	12	Gnaisses	Gnausse leucocrático bastante alterado e impregnado de massas de caulim, traços de vermiculita e biotita.
12	24	Gnaisses	Amostra semelhante a anterior, menos alterada com maior teor de biotita.
24	30	Rocha Cristalina não identificada	Rocha de coloração escura, elevado teor de biotita, quartzo bastante fragmentado, leves intercalações de micaxita.
30	42	Gnaisses	Material bastante quartzoso, baixo teor em feldspato, pequenas palhetas de biotita, constituintes de um gnausse c
Hidrogeológicos			
Aquífero no Poço:			
Aquífero: Fissural	Topo (m):	2,00	
	Base (m):	42,00	
	Captação:		
	Condição:		
	Penetração:	Parcial	
Nível da Água:			
Data:			
Nível da Água (m):			
Nível Medido Bombeando (S.N.)?			
Vazão (m³/h):			
Teste de Bombeamento			
Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
19/11/1981	N	3,50	
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m³/h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m³/h):
30,40	0,065		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m²/s):	Vazão Após Estabilização (m³/h):	Tipo do Teste:
		1,76	
Método:	Unidade:		
Análises Químicas			
Análises Químicas:			
Data da Coleta:			
Condutividade Elétrica (µS/cm):			
Qualidade da Água (PT/CO):			
Sabor da Água:			
Qualidade da Água (Odor):			
Temperatura (C°):			
Turbidez (NTU):			
Sólidos Suspensos (mg/l):			
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):			
Aspecto Natural:			
pH:			

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

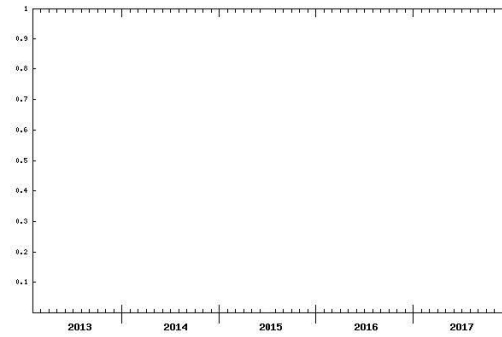
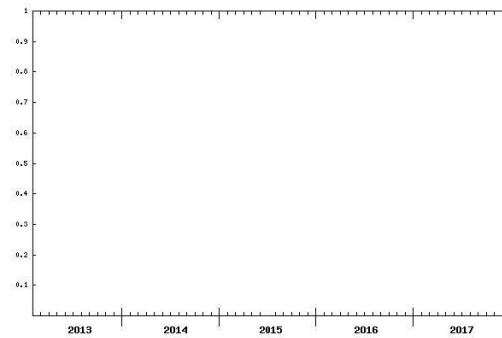
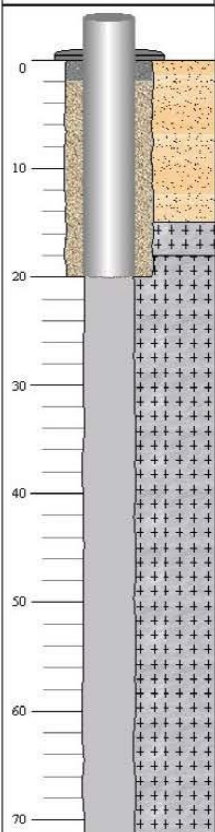


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2300020415	UF: CE	Município: Russas	Localidade: SEDE - Industria DAKOTA
------------------	--------	-------------------	-------------------------------------

Perfil Construtivo		Gerais				
	Dados Gerais:					
	Nome:					
	Data da Instalação:					
	Proprietário:		Industria DAKOTA de Russas			
	Natureza do Ponto: Poço tubular					
	Uso da água: Abastecimento industrial					
	Cota do Terreno:					
	Localização:					
	Localidade:		SEDE - Industria DAKOTA			
	UTM (Norte/Sul):		9456123			
UTM (Leste/Oeste):		611983				
Latitude (GGMSS):		045511				
Longitude (GGMSS):		375924				
Bacia Hidrográfica:		Atlântico Sul-MNE				
Subbacia Hidrográfica:		Rio Jaguaribe				
Situação:						
Data:						
Situação:						
Construtivos						
Perfuração:						
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método		
31/07/1999	0.00	72.00	SOHIDRA	Rotopneumático		
Diâmetro:						
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros			
0.00	20.00	9 7/8	250.8250			
20.00	72.00	6	152.4000			
Revestimento:						
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)		
0.00	20.00	Plástico geomecânico	6	152.4000		
Filtro:						
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura	

Espaço Anular:		
De (m):	Até (m):	Material
0.00	2.00	Cimentação
2.00	20.00	Pre-filtro

Boca do Tubo:			
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)
		6	152.4000

Entrada d'água:	
Profundidade:	
62.00	

Profundidade Útil:	
Data:	Profundidade:
	72.00

Geológicos			
Feição Geomorfológica:			
Descrição:			
Formação Geológica:			
Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:	
Dados Litológicos:			
De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	15	Areia média	Sedimentos arenosos, granulometria média com seixos de quartzo de tamanho centimétricos e coloração variog
15	18	Granito	Rocha de composição granítica, coloração cinza e mineralogia parcialmente alterada.
18	72	Rocha Cristalina não identificada	Rocha de coloração cinza clara, mineralogia a base de quartzo, feldspato e micas.
Hidrogeológicos			
Aqüífero no Ponto:			
Aqüífero: Fissural	Topo (m):	15,00	
	Base (m):	72,00	
	Captação:	Simultânea	
	Penetração:	Parcial	
Nível da Água:			
Data:			
Nível da Água (m):			
Nível Medido Bombeando (S/N)?			
Vazão (m ³ /h):			
Teste de Bombeamento			
Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
01/08/1999	N	13,50	03:00
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m ³ /h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m ³ /h):
62,40	0,004		
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m ² /s):	Vazão Após Estabilização (m ³ /h):	Tipo do Teste:
		0,2	Rebaixamento
Método:	Unidade:		
	Air-lift		
Análises Químicas			
Análises Químicas:			
Data da Coleta:	01/08/1999		
Condutividade Elétrica (µS/cm):	6720,00		
Qualidade da Água (PT/CO):	35,00		
Sabor da Água:			
Qualidade da Água (Olor):	Inodoro		
Temperatura (C°):			
Turbidez (NTU):	19		
Sólidos Suspensos (mg/l):			
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):			
Aspecto Natural:			
pH:	7,71		

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

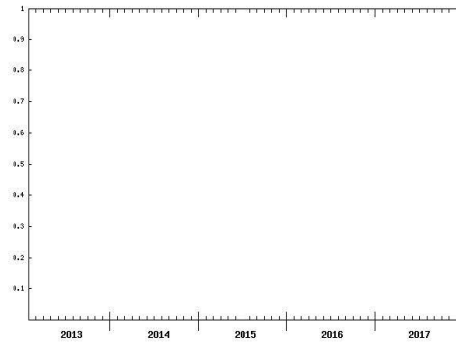
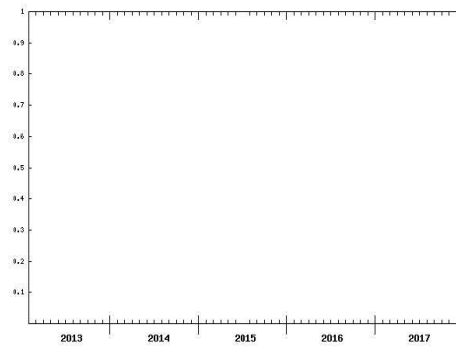


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



ANEXO C- FICHAS TÉCNICA DOS POÇOS DE JAGUARUANA



Ficha Técnica Completa de Poço



Poço: 2300020955	UF: CE	Município: Jaguaruana	Localidade: Curralinho de Baixo
------------------	--------	-----------------------	---------------------------------

Perfil Construtivo	
0	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	

Gerais	
Dados Gerais:	
Nome:	118/2002 - SOHIDRA
Data da Instalação:	
Proprietário:	Comunidade de Curralinho de Baixo
Natureza do Ponto:	Poço tubular
Uso da água:	
Cota do Terreno:	
Localização:	
Localidade:	Curralinho de Baixo
UTM (Norte/Sul):	9466291
UTM (Leste/Oeste):	625139
Latitude (GMMSS):	044939
Longitude (GMMSS):	375217
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-N/NE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Jaguaribe
Situação:	
Data:	28/06/2002
Situação:	Seco

Construtivos					
Perfuração:					
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método	
28/06/2002	0.00	90.00	SOHIDRA	Rotopneumático	
Diâmetro:					
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros		
0.00	30.00	8	203.2000		
30.00	90.00	6	152.4000		
Revestimento:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	
0.00	30.00	Plástico geomecânico	6	152.4000	
Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
Espaço Anular:					
De (m):	Até (m):	Material			
0.00	2.00	Cimentação			
2.00	30.00	Pre-filtro			
Boca do Tubo:					
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)		
		6	152.4000		
Entrada d'água:					
Profundidade:					
Profundidade Útil:					
Data:	Profundidade:				
	90.00				

Geológicos

Feição Geomorfológica:	
Descrição:	

Formação Geológica:		
Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:

Dados Litológicos:			
De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	2	Solo	Solo argilo-arenoso de coloração cinza.
2	30	Rocha Cristalina NÃO identificada	Rocha cristalina alterada.
30	90	Gnaisses	Rocha gnáissica, constituída de quartzo, feldspato e biotita.

Hidrogeológicos

Aquífero no Poço:

Nível da Água:	
Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m ³ /h):	

Teste de Bombeamento

Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m ³ /h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m ³ /h):
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m ² /s):	Vazão Após Estabilização (m ³ /h):	Tipo do Teste:
Método:	Unidade:		

Análises Químicas

Análises Químicas:	
Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Olor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
pH:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

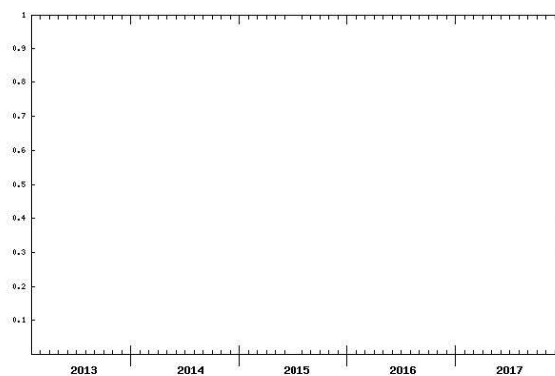
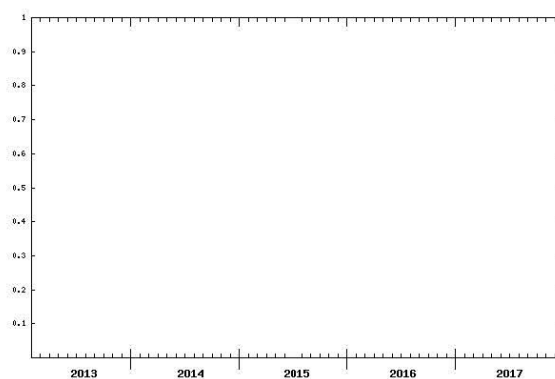
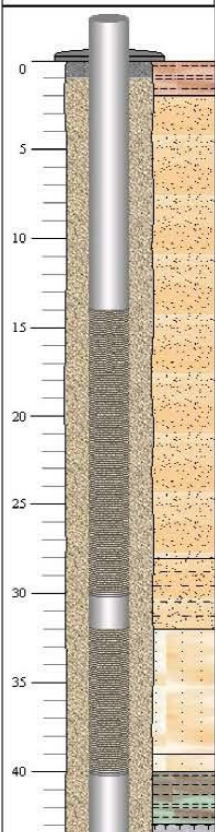


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2300023485	UF: CE	Município: Jaguaruana	Localidade: Borges Pt-02	
------------------	--------	-----------------------	--------------------------	--

Perfil Construtivo	
0	
5	
10	
15	
20	
25	
30	
35	
40	

Gerais	
Dados Gerais:	
Nome:	2300001313
Data da Instalação:	
Proprietário:	CAGECE
Natureza do Ponto:	Poço tubular
Uso da água:	Abastecimento urbano
Cota do Terreno:	
Localização:	
Localidade:	Borges Pt-02
UTM (Norte/Sul):	9457517
UTM (Leste/Oeste):	624222
Latitude (GGMSS):	045425
Longitude (GGMSS):	375247
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-MNE
Subbacia Hidrográfica:	Rio Jaguaribe
Situação:	
Data:	
Situação:	

Construtivos					
Perfuração:					
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método	
02/10/2013	0.00	44.00	GEOHIDRO	Rotativo	
Diâmetro:					
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros		
0.00	44.00	12 3/4	323.8500		
Revestimento:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	
0.00	14.00	Plástico geomecânico	6	152.4000	
30.00	32.00	Plástico geomecânico	6	152.4000	
40.00	44.00	Plástico geomecânico	6	152.4000	
Filtro:					
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura
14.00	30.00	Plástico geomecânico	6	152.4000	
32.00	40.00	Plástico geomecânico	6	152.4000	
Espaço Anular:					
De (m):	Até (m):	Material			
0.00	1.00	Cimentação			
1.00	44.00	Pre-filtro			
Boca do Tubo:					
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)		
02/10/2014	0.80	6	152.4000		
Entrada d'água:					
Profundidade:					
Profundidade Útil:					
Data:	Profundidade:				
	44.00				

Geológicos	
Feição Geomorfológica:	
Descrição:	

Formação Geológica:		
Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:
0,00	43,00	Formação barreiras
43,00	44,00	Complexo granito-gnaissico

Dados Litológicos:			
De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	2	Argila	Argila marrom
2	28	Areia média	Areia média amarela
28	32	Areia argilosa	Areia argilosa vermelha
32	39	Arenito médio	Arenito médio amarela
39	40	Arenito médio	Arenito muito compacto pedregulhoso
40	43	Argilito	Argilito vermelho
43	44	Rocha Cristalina não identificada	Rocha Cristalina, gnássica cinza

Hidrogeológicos	
Aquífero no Poço:	

Nível da Água:	
Data:	
Nível da Água (m):	
Nível Medido Bombeando (S/N)?	
Vazão (m ³ /h):	

Teste de Bombeamento			
----------------------	--	--	--

Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m ³ /h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m ³ /h):
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m ² /s):	Vazão Após Estabilização (m ³ /h):	Tipo do Teste:
Método:	Unidade:		

Análises Químicas	
-------------------	--

Análises Químicas:	
Data da Coleta:	
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da Água (PT/CO):	
Sabor da Água:	
Qualidade da Água (Olor):	
Temperatura (C°):	
Turbidez (NTU):	
Sólidos Suspensos (mg/l):	
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):	
Aspecto Natural:	
pH:	

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

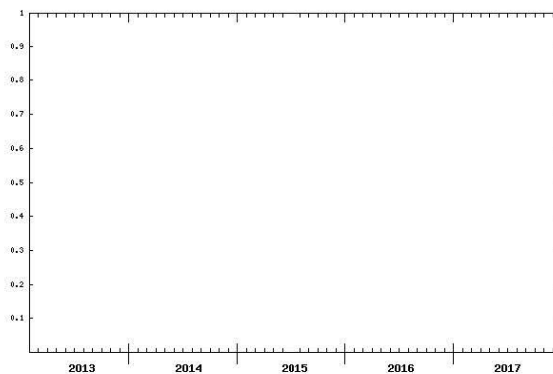
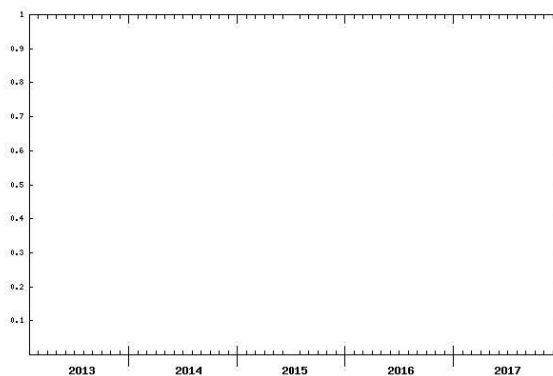
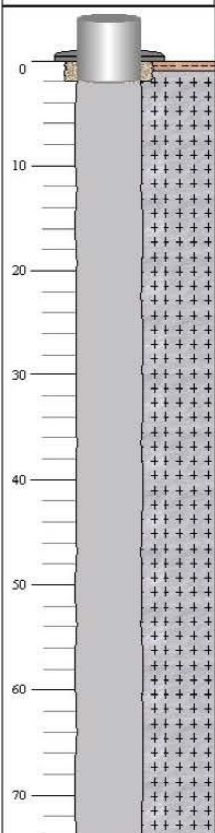


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos



Poço: 2300004987	UF: CE	Município: Jaguaruana	Localidade: PEROABA
------------------	--------	-----------------------	---------------------

Perfil Construtivo		Gerais				
	Dados Gerais:					
	Nome:					
	Data da Instalação:					
	Proprietário:	SECRETARIA DOS RECURSOS HIDRICOS - SRH				
	Natureza do Ponto:	Poço tubular				
	Uso da água:	Abastecimento urbano				
	Cota do Terreno:					
	Localização:					
	Localidade:	PEROABA				
	UTM (Norte/Sul):	9481950				
UTM (Leste/Oeste):	635465					
Latitude (GGMSS):	045159					
Longitude (GGMSS):	374641					
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-MNE					
Subbacia Hidrográfica:	Rio Jaguaribe					
Situação:						
Data:	30/05/1996					
Situação:	Abandonado					
Construtivos						
Perfuração:						
Data:	Profundidade Inicial(m)	Profundidade Final(m)	Perfurador	Método		
26/11/1990	0.00	74.50	SOHIDRA	Percussão		
Diâmetro:						
De (m):	Até (m):	Polegadas	Milímetros			
0.00	2.00	8	203.2000			
2.00	74.50	6	152.4000			
Revestimento:						
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)		
0.00	2.00	Não especificado	6	152.4000		
Filtro:						
De (m):	Até (m):	Material	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)	Ranhura	
Espaço Anular:						
De (m):	Até (m):	Material				
0.00	2.00	Pre-filtro				
Boca do Tubo:						
Data:	Altura(m):	Diâmetro (pol)	Diâmetro (mm)			
		6	152.4000			
Entrada d'água:						
Profundidade:						
Profundidade Útil:						
Data:	Profundidade:					
	74.50					

Geológicos			
Feição Geomorfológica:			
Descrição:			
Formação Geológica:			
Profundidade Inicial (m):	Profundidade Final (m):	Tipo de Formação:	
Dados Litológicos:			
De (m):	Até (m):	Litologia:	Descrição Litológica:
0	1	Argila	ARGILA CINZA
1	74.5	Rocha Cristalina não identificada	ROCHA CRISTALINA
Hidrogeológicos			
Aquífero no Ponto:			
Nível da Água:			
Data:			
Nível da Água (m):			
Nível Medido Bombeando (S/N)?			
Vazão (m ³ /h):			
Teste de Bombeamento			
Teste de Bombeamento:			
Data:	Surgência:	Nível Estático (m):	Duração do Teste (h):
Nível Dinâmico:	Vazão Específica (m ³ /h/m):	Coefficiente de Armazenamento:	Vazão Livre (m ³ /h):
Permeabilidade (m/s):	Transmissividade (m ² /s):	Vazão Após Estabilização (m ³ /h):	Tipo do Teste:
Método:	Unidade:		
Análises Químicas			
Análises Químicas:			
Data da Coleta:			
Condutividade Elétrica (µS/cm):			
Qualidade da Água (PT/CO):			
Sabor da Água:			
Qualidade da Água (Odor):			
Temperatura (C°):			
Turbidez (NTU):			
Sólidos Suspensos (mg/l):			
Sólidos Sedimentáveis (mg/l):			
Aspecto Natural:			
Plt:			

Gráfico de evolução do nível d'água para os últimos cinco anos hidrológicos

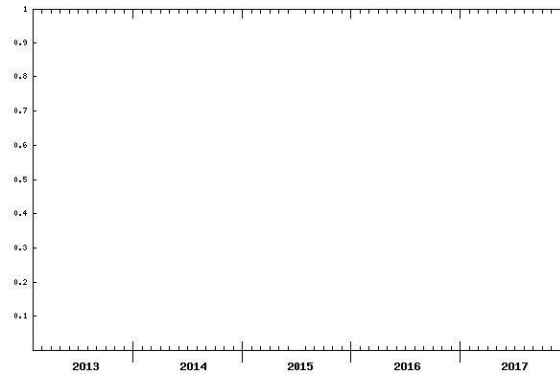


Gráfico de evolução da condutividade elétrica para os últimos cinco anos hidrológicos

