



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

**ADRIANO CAVALCANTE DE SOUSA**

**CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DAS ARGILAS DO BAIXO  
JAGUARIBE-CE**

**FORTALEZA**  
**2014**

ADRIANO CAVALCANTE DE SOUSA

**CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DAS ARGILAS DO BAIXO  
JAGUARIBE-CE**

Relatório de Graduação apresentado ao  
Curso de Geologia do Departamento de  
Geologia da Universidade Federal do Ceará,  
como requisito parcial para a obtenção do  
título de Geólogo.

Orientador: Prof. Dr. César Martinelli.

FORTALEZA  
2014

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)

---

S696c Sousa, Adriano Cavalcante de.  
Caracterização tecnológica das argilas do baixo Jaguaribe-CE / Adriano Cavalcante de Sousa. – 2014.  
82 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,  
Curso de Geologia, Fortaleza, 2014.  
Orientação: Prof. Dr. César Martinelli.

1. Rio Jaguaribe. 2. Argila. 3. Difractometria. I. Título.

CDD 551

---

ADRIANO CAVALCANTE DE SOUSA

**CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DAS ARGILAS DO BAIXO  
JAGUARIBE-CE**

Relatório de Graduação apresentado ao  
Curso de Geologia do Departamento de  
Geologia da Universidade Federal do Ceará,  
como requisito parcial para a obtenção do  
título de Geólogo.

Orientador: Prof. Dr. César Martinelli.

Aprovado em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. César Martinelli  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dr. Christiano Magini  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Msc. Alexandre Carneiro  
A & C Consultoria e Planejamento LTDA

FORTALEZA  
2014

Às pessoas que continuam dedicando parte de suas vidas aos meus stresses, minhas frustrações e alegrias, ao meu trabalho e aos meus sonhos: meus queridos pais (Sr. Moreira e D. Conceição)

## AGRADECIMENTOS

À Deus, autor e consumidor da minha fé, por toda a sorte de bênçãos derramadas em minha vida, sem Ele nada disso seria possível.

Aos meus mestres de curso que não só me ensinaram a ser um profissional da área de geologia, mas também conhecer e compreender o planeta em que vivo.

Aos meus colegas de geologia que durante todo o percurso me acompanharam, tornando a jornada menos longa e mais agradável.

A todos os que trabalham em prol do DEGEO (secretaria, laminação, limpeza, etc.), fazendo dele mais eficiente e ativo possível.

Aos meus amigos (de campo e de farra), Allan (Papai), Emanuel (Manel).

Wilkson, Joel Pedrosa, Vanessão, Marcos Paulo do Carmo, Jean Marcell (Peixe), Erlando (Topografia), Francisco José (fofo), Diego Furtado, Mayana Menezes, Anderson (Carioca), Herdivânia (Vaninha), Dilano, Diones (Bgoode), Paulo Gilberto (Armadura de Anjo), Henrique(Clô), Henrique(Fuampa),Tiago (Formiga), meus amigos baianos Roger (Boca), Leandro (Gordo Liso), Jeziel (Cretinho), sempre presentes nos momentos mais críticos ao longo do curso, compartilhando e até mesmo se divertindo com as dificuldades.

Ao professor Cesár Martinelli por ter aceitado a missão de me orientar, e a professora Irani Mattos por ter contribuído sobre maneira na realização deste trabalho ao amigo e professor Daniel Chagas que muito me ajudou com seus conselhos, tanto na etapa de campo quanto na de laboratório, sanando as dúvidas e esclarecendo os processos geradores da geologia local.

Em especial agradeço de todo coração a atenção a mim prestada do meu amigo Joel Pedrosa nas análises e por ter me ajudado a compreendê-las, ao amigo Cândido consultor de cerâmica vermelha do SENAI nas análises Tecnológicas não posso deixar de citar mais três peças fundamentais meus amigos do coração Diego Furtado e Mayana Menezes por terem a paciência de me ajudarem sempre que precisei, e ao também amigo Oseás Marçall.

A todo o povo de Russas, pela hospitalidade, simplicidade, carinho e boa prosa sem deixar de citar o amigo Esley e Alan.

Aos meus pais (Deusdete Moreira de Sousa e Maria da Conceição Cavalcante Uchoa), meus irmãos Paulo Gilberto, Diego, Anderson e meu irmão

Renato Cavalcante, por terem me incentivado nos momentos ruins, sempre me dando forças para lutar, persistir e alcançar meus objetivos.

À GEOTECH, na pessoa do Sr. Alexandre Carneiro geólogo, por ter acreditado no meu potencial e pela oportunidade de estágio, crescimento profissional e compreensão.

À Jamilly de Freitas por sua grande contribuição na realização desse trabalho.

A todos os amigos que me aturaram por muito, muito tempo, ouvindo falar de Geologia... Sinto dizer, mas, vocês ainda vão ouvir muito mais (rsrs...).

Ao prof. Michel Henri (in memoriam), por todo carinho e pela grande contribuição na formação de meu caráter.

Enfim, a todos que contribuíram ajudando, ou pelos menos não atrapalhando o encerramento de mais uma etapa em minha vida...

**“O meu egoísmo é tão egoísta que o auge  
do meu egoísmo é querer ajudar”**

**(Raul Seixas)**



## RESUMO

A área de estudo tem 48,76 hectares, localizada no Baixo Jaguaribe região leste do Estado do Ceará. O trabalho consistiu na caracterização tecnológica das argilas para determinação dos parâmetros industriais como volume e qualidade. Geologicamente faz parte dos depósitos aluvionares de idade terciária e quaternária. As definições das propriedades físicas das argilas no seu estado natural foram caracterizadas diretamente em campo, visando estabelecer o grau de plasticidade, textura, no que se refere à coesão entre partículas de areia, silte e argila, e cor, que caracteriza as propriedades mineralógicas como impurezas (quartzo, mica, óxido de ferro, carbonatos e matéria orgânica. Após secagem, são novamente levadas ao moinho de bolas. Os pós de argilas obtidos foram identificados, armazenados e encaminhados para análise de Raios-X. Este estudo também utilizou como ferramenta a modelagem geológica com o software Surpac 6.2, na geração de modelos do sólido mineralizado, interpretado em 3D (eixos ortogonais x, y, z). As informações usadas foram de furos de sondagens, e o programa de banco de dados foi o Microsoft Access 2000. A caracterização química foi realizada através do uso de FRX. Toda a seleção do material foi dividido em duas etapas: 1ª etapa: sondagem de doze furos para determinação do volume, em função da profundidade e coordenadas geográficas, associadas a litologia, estabelecendo um modelo de blocos. Esse método foi utilizado para a quantificação em termos de toneladas (t), demonstrarão uma facilidade na obtenção de peças com coloração avermelhada em patamares de queima com temperaturas menores. Entretanto, não são indicadas para utilização em cerâmicas aparentes ou telhas em áreas com alto índice de ataque de maresia, pois desta forma a reação do óxido de ferro pode provocar a formação de patologias nas peças a médio-longo prazo. A análise difratométrica indentificou: montimorilonita, ilita, quartzo, muscovita, caulinita, nontronita.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rio Jaguaribe. Argila. Difratometria.

## ABSTRACT

The area of this work has 48,76 hectares, located on Lower Jaguaribe, eastern region of Ceará State. The work consisted on clay technological characterization for industrial parameters determination such as volume and quality. Geologically is part of tertiary and quaternary age alluvial deposits. The definition of clays physical properties in its natural state were characterized directly in field, aiming to establish plasticity degree, texture, regarding to cohesion between sand, silt and clay particles, and color, featuring mineralogical properties as impurities (quartz, mica, iron oxide, carbonates and organic matter). After drying, are again taken to ball. The obtained clay powders were identified, stored and forwarded to X-Ray analysis. This study also used as a tool the geological modeling with Surpac 6.2 software, to generate models of the mineralized solid, interpreted in 3D (orthogonal axes x,y,z). The used data were from boreholes and the database program was Microsoft Access 2000. The chemical characterization was performed by using XRF (X- Ray fluorescence). The entire material selection was divided into two stages: 1st stage - twelve boreholes for bulk determination by depth. 2nd stage - geographical coordinates associated with lithology, setting a block model. This method was utilized for quantification in terms of tones (t). The highest iron oxide ferro, demonstrating an ease in obtaining reddish coloration pieces in lower firing temperatures levels. However, are not indicated for use in exposed ceramics or tiles in areas with high sea spray attack, because the iron oxide reaction can cause pathologies in pieces in medium-long term. The diffractometer analysis used to identify: montmorillonite, illite, quartz, muscovite, kaolinite, nontronite.

**KEYWORDS:** Lower Jaguaribe. Clay. Diffractometry.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Mapa de Localização .....	16
<b>Figura 2:</b> Bacia do Rio Jaguaribe .....	20
<b>Figura 3:</b> Sondagem a trado manual executada na área de pesquisa .....	21
<b>Figura 4:</b> Sondagem do material .....	22
<b>Figura 5:</b> Céu de Jaguaruana período da pesquisa. ....	24
<b>Figura 6:</b> Leito do Rio Jaguaribe em Itaiçaba.....	25
<b>Figura 7:</b> Vegetação Ribeirinha.....	26
<b>Figura 8:</b> Drenagem em regiões baixas do relevo.....	28
<b>Figura 9:</b> Rede de drenagem em substrato cristalino.....	29
<b>Figura 10:</b> Plantação de arroz. ....	31
<b>Figura 11:</b> Carcinicultura .....	31
<b>Figura 12:</b> Apicultura. ....	32
<b>Figura 13:</b> Carnaúbas.....	32
<b>Figura 14:</b> Cerâmicas .....	33
<b>Figura 15:</b> Produto da mineração - Argila.....	34
<b>Figura 16:</b> Província da Borborema.....	35
<b>Figura 17:</b> Localização da sub-bacia do Baixo Jaguaribe .....	37
<b>Figura 18:</b> Baixo Jaguaribe.....	39
<b>Figura 19:</b> Mapa localização e acesso. ....	40
<b>Figura 20:</b> Níveis de deposição aluvionar. ....	41
<b>Figura 21:</b> Formação da Geomorfologia.....	42
<b>Figura 22:</b> Bloco Diagrama do Baixo Jaguaribe.....	43
<b>Figura 23:</b> Perfil topográfico do rio Jaguaribe.....	44
<b>Figura 24:</b> Perfil topográfico do rio Jaguaribe.....	46
<b>Figura 25:</b> Mapa Geológico e de pontos. ....	47
<b>Figura 26:</b> Preparação do equipamento.....	51
<b>Figura 27:</b> Tipos de trado. ....	52
<b>Figura 28:</b> Seleção das argilas em lona plástica. ....	54
<b>Figura 29:</b> Seleção das argilas em laboratório .....	55
<b>Figura 30:</b> Equipamento de Fluorescência de Raios X. ....	56
<b>Figura 31:</b> Imagem de Fluorescência de Raios X no SURPAC 6.2.....	59
<b>Figura 32:</b> Modelagem 3D da área pesquisada. ....	65

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Coordenadas Geográficas UTM dos 4 vértices representativos da área estudada. ....	17
<b>Tabela 2:</b> Equipamentos utilizados.....	22
<b>Tabela 3:</b> Collar .....	60
<b>Tabela 4:</b> Survey .....	61
<b>Tabela 5:</b> Cálculo de reserva .....	62
<b>Tabela 6:</b> .....	63
<b>Tabela 7:</b> Frequência de Teores de $Al_2O_3\%$ .....	64
<b>Tabela 8:</b> Resultados das fluorescências .....	66

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....</b>	<b>16</b>
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
<b>4. MATÉRIAS E MÉTODO .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Levantamentos de dados .....</b>	<b>19</b>
<b>4.2 Coleta de Amostras .....</b>	<b>21</b>
<b>4.3 Ensaios de Laboratório .....</b>	<b>23</b>
<b>4.4 Integração de Dados .....</b>	<b>23</b>
<b>5. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>24</b>
<b>5.1 Clima .....</b>	<b>24</b>
<b>5.2 Hidrografia .....</b>	<b>24</b>
<b>5.3 Solos e Vegetação .....</b>	<b>25</b>
<b>5.4 O regime de escoamento e a elaboração do relevo cearense .....</b>	<b>26</b>
<b>5.5 Aspectos socioeconômicos.....</b>	<b>30</b>
<b>6. GEOLOGIA REGIONAL .....</b>	<b>35</b>
<b>6.1 Alto do Jaguaribe.....</b>	<b>38</b>
<b>6.2 Médio do Jaguaribe .....</b>	<b>38</b>
<b>6.3 Baixo do Jaguaribe .....</b>	<b>38</b>
<b>7. GEOLOGIA LOCAL .....</b>	<b>41</b>
<b>7.1 Descrição dos depósitos aluvionares .....</b>	<b>43</b>
<b>8. ARGILAS .....</b>	<b>48</b>
<b>8.1 Análise da argila.....</b>	<b>48</b>
<b>8.1.1 Formações dos argilominerais .....</b>	<b>48</b>
<b>8.1.2 Diagênese das argilas.....</b>	<b>48</b>
<b>8.1.3 Processos Intempéricos.....</b>	<b>49</b>
<b>8.1.4 Processos hidrotermais .....</b>	<b>49</b>

<b>8.1.5 Classificação das argilas.....</b>	<b>50</b>
<b>8.1.6 Tipos de argilas.....</b>	<b>50</b>
<b>8.2 Métodos das Sondagens.....</b>	<b>51</b>
<b>8.2.1 Sondagens a trado manual.....</b>	<b>51</b>
<b>8.2.2 Métodos de descrição das sondagens.....</b>	<b>52</b>
<b>8.2.3 Coletas das amostras de argilas em campo.....</b>	<b>53</b>
<b>8.2.4 Detalhamentos da preparação das amostras.....</b>	<b>54</b>
<b>8.3 Análise química.....</b>	<b>55</b>
<b>8.3.1 Difração de raio-X.....</b>	<b>57</b>
<b>8.4 Modelagem 3D utilizando o software SURPAC 6.2.....</b>	<b>58</b>
<b>8.4.1 Banco de dados.....</b>	<b>59</b>
<b>8.4.2 Cálculo do volume.....</b>	<b>62</b>
<b>9. RESULTADOS.....</b>	<b>63</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>69</b>
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>72</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho consiste na caracterização tecnológica das argilas numa área de 48,76 hectares localizada na cidade de Jaguaruana no Baixo Jaguaribe. A pesquisa apresentada faz parte da disciplina “Relatório de Graduação” a qual corresponde ao último requisito para a conclusão do curso de graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará (UFC). Este Relatório apresenta os resultados dos trabalhos desenvolvidos na região pela empresa de consultoria Geotech.

Estão aqui descritas as atividades desenvolvidas no decorrer da pesquisa mineral, resultantes de estudos bibliográficos e geológicos de campo, objetivando a quantificação em tonelagem bem como os teores expresso pelos componentes químicos das argilas, para melhor definir os valores econômicos das reservas.

O uso da argila na indústria pode ser feito nos mais diversos segmentos como na petroquímica, podendo ser utilizada na produção de gasolina e também como descorante de óleo. Na indústria farmacêutica é usada na confecção de peças e segmentos constituintes dos itens necessários para fabricação de veículos automotores, entre as principais.

Entretanto o uso mais antigo e tradicional que se tem registro é na confecção de artefatos e peças cerâmicas, palavra de origem grega Keramos que significa argila queimada. Aproximadamente 20.000 anos a.C., a argila já era utilizada com este fim, conforme registros arqueológicos como é caso da Vênus de Willendorf encontrada na Áustria, (OLIVEIRA;2006)

O uso da argila na confecção de blocos, pisos e telhas é realizado pelo seguimento industrial denominado cerâmica vermelha, sendo este uso mais tradicional tendo em vista que a fabricação de blocos cerâmicos já era realizada destes os tempos remotos de nossa civilização.

Os dados coletados e analisados dos trabalhos anteriores realizados na Região, abrangem, principalmente, os estudos e mapeamentos geológicos, dados de sondagens e demais informações contidas em relatórios e publicações levantados, junto a CPRM e IBGE, destacando a publicação pelo Banco do

Nordeste do livro "Preparação e Controle de Massas para o APL de Cerâmica Vermelha de Russas – Ceará", de autoria de Raimundo Humberto Cavalcante Lima, publicado no ano de 2010.

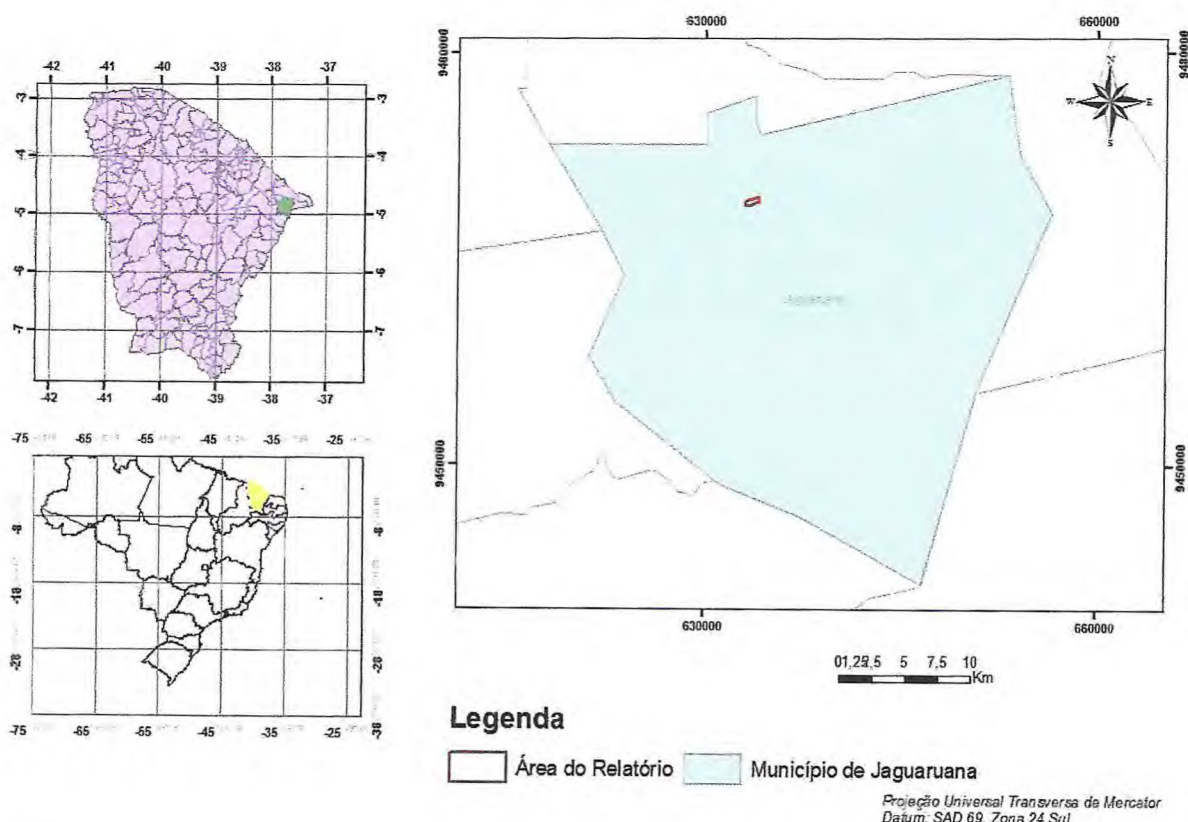


## 2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área pesquisada apresenta um total de 48,76 hectares e localiza-se na Região Leste do Estado do Ceará, conhecida, também, como Baixo Jaguaribe e está inserida no Município de Jaguaruana, conforme Base Cartográfica da Folha Aracati: AS-24-X-A-VI. A área se encontra a Norte da cidade de Palhano, Beberibe e Morada Nova, a Sul da cidade de Morada Nova, Limoeiro do norte e Quixeré, a Leste da cidade Quixeré, Jaguaruana e Palhano e a Oeste de Morada Nova.

O acesso rodoviário principal é realizado por meio da BR-116, partindo-se de Fortaleza, capital do Estado, em direção a Sudeste, percorrendo-se um total de 185 quilômetros, atingindo-se assim a sede do Município. Outra opção é a partir de Mossoró, no vizinho Estado do Rio Grande do Norte, pela CE-036 (estrada do Melão) até a cidade de Russas, perfazendo cerca de 150 quilômetros, Norte da área pesquisada.

**Figura 1: Mapa de Localização.**



Fonte:

A área estudada no presente relatório pertence à Geotech consultoria, que foi gentil liberada pelo geólogo responsável sr. Alexandre Carneiro Filho. Os vértices da área requerida junto ao DNPM podem ser visualizados na tabela 1, plotada a seguir:

**Tabela 1: Coordenadas Geográficas UTM dos 4 vértices representativos da área estudada.**

<b>Vértices</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	633101	9469646
2	634187	9469646
3	634187	9468888
4	633101	9468888

### 3. OBJETIVOS

A base deste trabalho está na determinação dos parâmetros industriais das argilas uma vez que não há trabalhos na região voltados para quantificar e avaliar as qualidades físicas e químicas das argilas inseridas na Planície de Inundação do Baixo Jaguaribe, onde se encontram centenas de cerâmicas já instaladas e em funcionamento na região do Apodi. As pesquisas diretas visaram melhor conhecer o volume e a qualidade da argila, que vão permitir aos ceramistas o direcionamento e planejamento na extração, evitando assim uma lavra ambiciosa, deixando de aproveitar todo o pacote argiloso no processo produtivo bem como evitar degradação ambiental.

O levantamento geológico, e, em especial, os resultados dos trabalhos de sondagens e das análises realizadas contribuíram para garantir a continuidade e expansão do polo mínero-ceramista na região, com destaque, para o Município de Russas, propiciando a base de sustentabilidade dos empreendimentos já consolidados, podendo impulsionar outros interessados na utilização da argila, como subsídio importante para futuros projetos econômico.

Em termos mais diretos, o trabalho mostra que a caracterização tecnológico das argilas através dos estudos dos parâmetros industriais, com a qualificação físico-química, leva um detalhamento das camadas litológicas, propiciando a implantação de um processo de lavra seletiva. Todo o processo em conjunto torna a exploração das argilas muito mais sustentável, propiciando assim um maior controle ambiental no seu produto final.

## 4. MATERIAIS E MÉTODO

O projeto foi dividido em quatro etapas, com intuito de subsidiar os objetivos propostos. Essas são: (I) Levantamento de Dados, (II) Coleta de amostras, (III) Análises de Laboratório e (IV) Integração de Dados.

### 4.1 Levantamentos de Dados

Inicialmente foi realizado o Levantamento Bibliográfico, que possibilitou conhecer os trabalhos já realizados na região para auxiliar a etapa do Mapeamento Geológico, na elaboração das secções que possibilitaram na escolha da área alvo e determinação dos pontos sondados.

Nesta fase do levantamento bibliográfico ficaram evidenciados que muitos trabalhos de reconhecimento geológico da região. O pioneiro foi escrito por Crandall (1910), estabelecendo um conceito sobre a estratigrafia das rochas da Região Nordeste. Já BEURLEN (1967) e KEGEL (1965) procuraram definir as formações da Bacia do Apodi e a Estrutura Geológica do Nordeste.

Nos anos 60, os registros dos levantamentos geológicos da Escola de Geologia da Universidade de Federal de Pernambuco (UFPE) e da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), tratando de problemas geológicos, de caráter regional e local, como o Estudo Hidrogeológico do Vale do Jaguaribe (SUDENE, 1967).

Merece registrar os trabalhos de BRITO NEVES (1975) e ALMEIDA *et al* (1977) sobre a Geotectônica do Pré-Cambriano Nordestino.

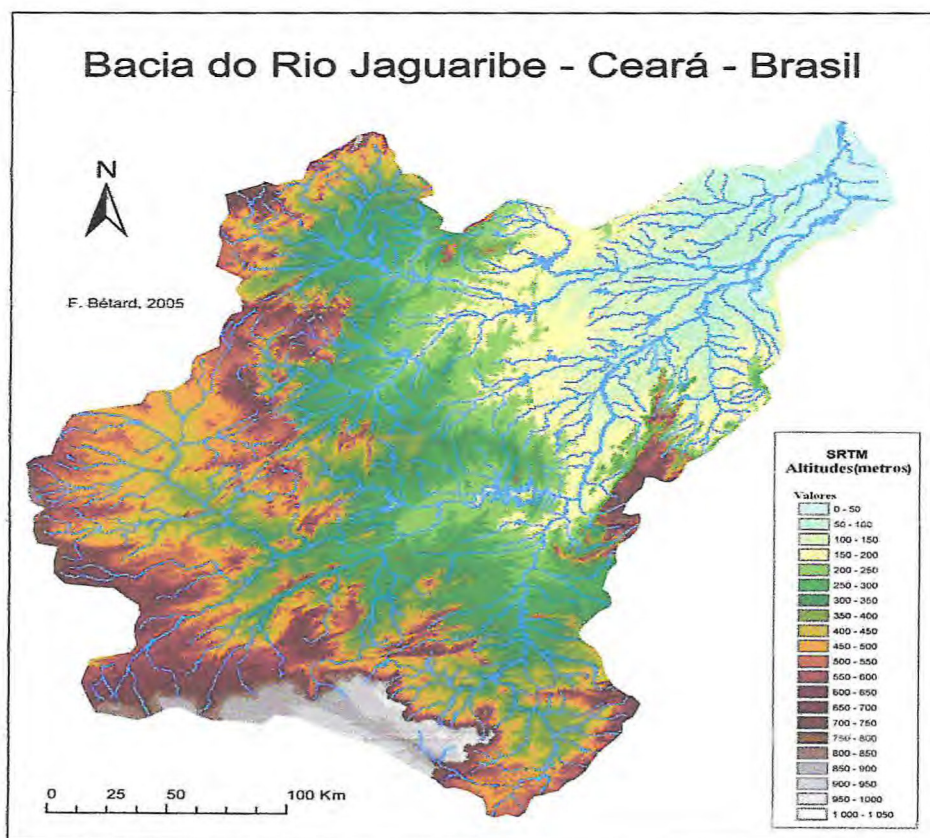
Projetos específicos da Folha Jaguaribe foram realizados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), destacando, em 1974, a Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Folha Jaguaribe (SB-24) e Folha Fortaleza (SA-24), na escala de 1:1.000.000; e posteriormente, o Projeto Rio Jaguaribe (1979), que fez um mapeamento geológico sistemático na escala de 1:250.000, contemplando dados de prospecção geoquímica aluvionar e caracterização dos recursos minerais.

A publicação do Projeto RADAMBRASIL (1981) contribuiu de forma espetacular diversos mapeamentos realizados, que juntamente com os trabalhos anteriores, proporcionando uma contribuição marcante sobre detalhes geológicos, metalogenéticos, de avaliação do potencial dos recursos naturais, resultando as Folhas SB.24/25 - Jaguaribe/Natal.

Mais recentemente, destaca-se a publicação pelo Banco do Nordeste do livro "Preparação e Controle de Massas para o APL de Cerâmica Vermelha de Russas – Ceará, de autoria de RAIMUNDO HUMBERTO CAVALCANTE LIMA, publicado no ano de 2010, e também trabalhos do IBGE. O material básico incluindo mapas topográficos nas escalas de 1:25.000.

Páleo – planícies de inundação são locais onde as águas das cheias depositaram com calma os sedimentos.

**Figura 2: Bacia do Rio Jaguaribe.**



Fonte:

## 4.2 Coleta de amostras

As sondagens foram realizadas, logo após as condições de cheias na região do Baixo Jaguaribe, em função do alto índice pluviométrico. As sondagens foram realizadas por meio de trados manuais que consistem na rotação de um dispositivo cortante (coroa) com aplicação simultânea de pressão para avanço, muito utilizado em solos e que atinge geralmente pequenas profundidades, como mostra (figura 3). As descrições das argilas resultantes das sondagens obedeceram às Normas Técnicas da ABNT, em uma ficha previamente elaborada, visando a definição da espessura do pacote argiloso, sendo que esse log de sondagem serviu para a definição, das cubagens das reservas.

A execução dos trabalhos de sondagens foi acompanhada por uma equipe sendo dois na locação e um georreferenciamento dos pontos e um na identificação e locação dos pontos em campo para as perfurações, com a seguinte logística. (Tabela 2)

**Figura 3: Sondagem a trado manual executada na área de pesquisa**



Fonte: Arquivo Pessoal

Tabela 2: Equipamentos utilizados

Equipamentos	Quantidade	Equipamentos	Quantidade
GPS Garmin	4	Picaretas	4
Trado Manual	6	Chibanca	4
Automovel	1	Pá	4
Estufa	1	Enxada	4
Bússola	2	Trena	2
Lupas	2	Viatura Movei	1
Martelo Geol.	2		

Abaixo (figura 4) segue o modelo do Log de sondagem usado durante todo processo de coleta do material caracterizado e no fim do relatório os log anexados.

Figura 4: Sondagem do material

TÉCNICO RESPONSÁVEL: _____		BLOCO: _____	
LOCALIDADE: _____ MUNICÍPIO / UF: _____		PROCESSO DNPM: _____	
HORA DE INÍCIO: _____ HORA DE TÉRMINO: _____		Nº DA AMOSTRA: _____	
DATA: ____/____/____		COORD. (UTM-SAD)9: ____/____	
SONDADOR: _____ Nº DO FURO DE SONDAÇÃO: _____		Nº DA FOTO: _____	
PROF. (M)	PRIMA LITOLÓGICA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	
OBSERVAÇÕES: _____		GEOLOGO RESPONSÁVEL: _____	

Fonte: Arquivo pessoal

### 4.3 Análises de Laboratório

As argilas inicialmente no seu estado bruto foram desagregadas manualmente e em seguida, homogeneizadas em moinhos de bolas por aproximadamente 40 minutos, formando assim barbotinas. Em seguida, foram encaminhadas para uma estufa à 60°C e permaneceu cerca de 20 horas com o objetivo de eliminar água livre. Após secagem, as argilas são novamente levadas ao moinho de bolas por mais 40 minutos para homogeneização e então, passadas por peneira ABNT 50, 200 mesh. Os pós de argilas obtidos foram identificados, armazenados e encaminhados para o Laboratório de Raios-X do Departamento de Física da UFC.

### 4.4 Integração de Dados

Para caracterização química das argilas foi utilizada a técnica de Fluorescência de Raios-X (FRX), Difração (DRX). As análises das argilas obtidas dos furos de sondagens consistiram na determinação dos óxidos dos elementos maiores, tais como:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MnO}$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Ao se caracterizar argilominerais, a utilização da técnica de difração de raios-X torna-se ainda mais indicada, pois uma análise química reportaria os elementos químicos presentes no material, mas não a forma como eles estão ligados (ALBERS, 2002). Com o auxílio dos dados obtidos pela fluorescência foi elaborado um mapa em três dimensões da lavra e dividido em blocos os teores do corpo em análise.



## 5. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

Para a caracterização da área de estudo foram referenciados fatores como: Clima, Hidrografia, Solos e Vegetação como também os principais aspectos socioeconômicos.

### 5.1 Clima

A área pesquisada está inserida numa Região caracterizada por um clima tropical chuvoso, quente e úmido, com regime pluviométrico com chuvas no verão e máximas no outono, com precipitação média anual de 857,7 mm (fig. 5). (RADAM BRASIL, 1981).

**Figura 5: Céu de Jaguaruana período da pesquisa.**



Fonte: Arquivo pessoal

### 5.2 Hidrografia

No âmbito da área em estudo se destaca a Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, abrigando inúmeros outros riachos e córregos, onde todos secam totalmente no período da estiagem que se verifica no período de junho a dezembro (figura 6). De acordo com a matriz de determinação numérica, o potencial hidrológico é fraco, salvo nas regiões fraturadas (RADAMBRASIL, 1981).

**Figura 6: Leito do Rio Jaguaribe em Itaiçaba.**



Fonte: Arquivo pessoal

### **5.3 Solos e Vegetação**

Nas regiões semiáridas os solos são ricos do ponto de vista químico, porém poucos espessos. O solo que amplamente está distribuído na área e circunvizinhanças são, segundo o ATLAS DO CEARÁ (1995), do tipo argilosas esbranquiçadas com granulometria variando de grossa a média.

As formações florísticas que se distribui praticamente em toda a área estão representadas pela caatinga hipoxerófila. A mata de tabuleiro é uma característica vegetal presente nos terrenos planos e suavemente ondulados (figura 7) (RADAMBRASIL, 1981).

**Figura 7: Vegetação Ribeirinha.**



Fonte: Arquivo pessoal

O relevo do Estado do Ceará comporta características dependentes da influência de um conjunto de fatores, nos quais as condições geológico-ambientais, paleoclimáticas e a atual dinâmica geomorfogenética são as mais destacáveis.

SOUZA (1995), identifica cinco unidades morfológicas bem diferenciadas, onde à área objeto deste trabalho, se enquadra geomorfologicamente em planícies de inundações dos rios Jaguaribe e Banabuiú, circunvizinhada pelos tabuleiros pré-litorâneos e pela Chapada do Apodi.

#### **5.4 O regime de escoamento e a elaboração do relevo cearense**

Os rios constituem os agentes mais importantes no transporte dos materiais intemperizados das áreas elevadas para as mais baixas e dos continentes para o mar. Sua importância é capital entre todos os processos morfogenéticos (CRISTOFOLETTI, 1980).

A água que escoar sobre a terra é responsável pelo transporte de 85% a 90% dos sedimentos marinhos (SALGADO-LABORIAU, 1994). Dessa forma, pode-se imaginar então como tem sido a transformação dos continentes, no decorrer do

tempo geológico, a partir dos processos exodinâmicos realizando o incessante trabalho de erodir, transportar e depositar material, rebaixando áreas elevadas e entulhando vales e depressões.

Os estudos geomorfológicos de evolução de bacias de drenagem e formação de áreas de deposição fluvial assumem relevância, tendo em vista que são as planícies fluviais os ambientes interioranos, sobretudo no semi-árido nordestino, os mais valorizados em função de suas potencialidades naturais, quanto à ocupação e a exploração dos recursos existentes, levando, conseqüentemente, a uma elevada pressão sobre esses ambientes.

Em função desta realidade, justifica-se a necessidade do estudo sobre os mecanismos próprios de origem e evolução dos ambientes fluviais, na tentativa de melhor compreender sua fragilidade, potencialidade e capacidade, bem como as implicações da intensificação da exploração dos recursos naturais que constituem os componentes formadores do complexo mosaico paisagístico da superfície terrestre.

Fatores morfogenéticos explicam a gênese do relevo e sua evolução. Primeiro os fatores estruturais, nos quais estão calcados os grandes domínios morfoestruturais que formam o substrato da paisagem e segundo, os fatores climáticos responsáveis pela diversificação fitogeográfica na evolução do relevo (MOREIRA, 1977).

No Estado do Ceará, o relevo comporta características que dependem da influência de um conjunto de fatores, dentre os quais as condições geológico estruturais, paleoclimáticas e a dinâmica geomorfogenética atual são os mais destacáveis (SOUZA, 1981).

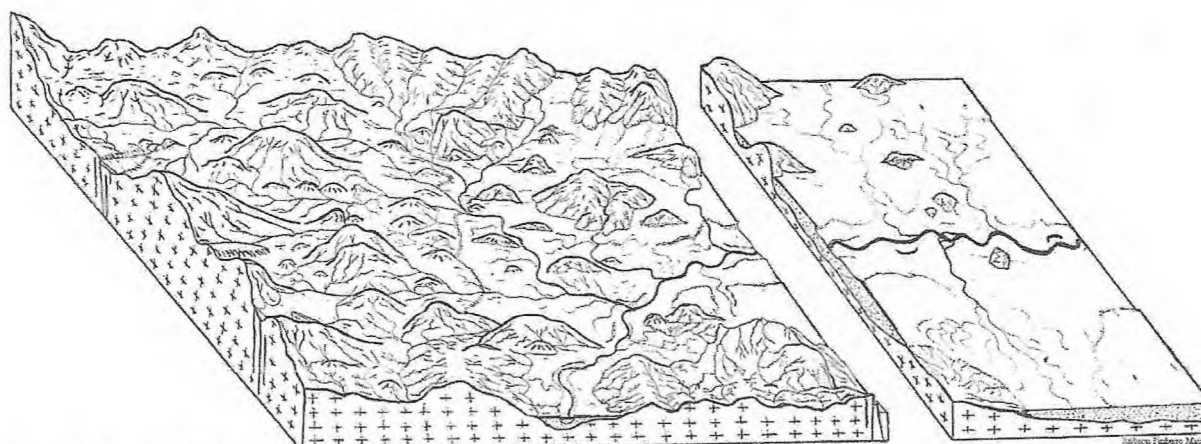
A importância dos fatores estruturais e sua configuração no estudo da origem e evolução da planície aluvial do Baixo Jaguaribe, justifica-se em função da natureza do substrato cristalino impermeável que imprime no regime hidrológico um comportamento marcado pela quase totalidade da permanência da água em superfície.

O clima semi-árido, marcado pelas variações de umidade e secura durante o ano, ligado a uma precária capacidade de proteção da superfície por parte das caatingas, fortalece o desempenho erosivo do escoamento superficial durante a

estação chuvosa, tornando-se mais ativo com as chuvas iniciais quando caem pesados aguaceiros. Acompanhando o caimento topográfico, as chuvas torrenciais dão origem ao escoamento superficial difuso. Mobilizam-se assim, os detritos derivados da desagregação mecânica, através 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. Justifica-se assim, o adelgaçamento do manto de alteração das rochas, além da elevada frequência de lajedos e de chãos pedregosos (SOUZA, 2000).

Dessa forma, ao ser drenada para as partes mais baixas do relevo, a água coloca em evidência seu trabalho degradacional e agradacional (Fig. 8) como agente definidor da evolução das paisagens onde sua presença é percebida.

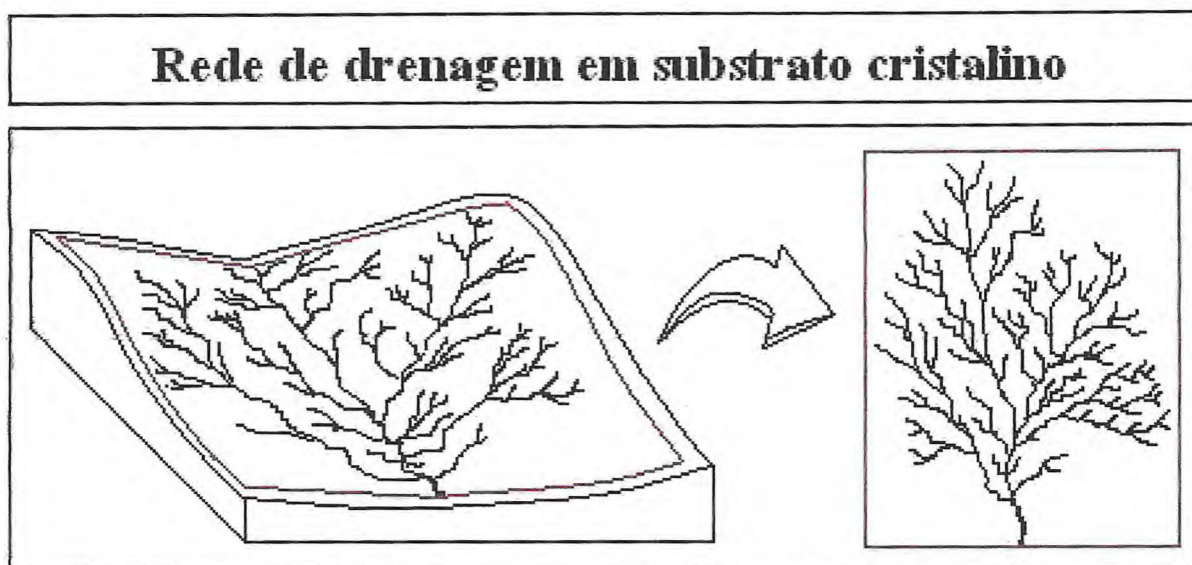
**Figura 8: Drenagem em regiões baixas do relevo.**



Fonte: Rubson,2005

Formada por um substrato cristalino, o piso não só do relevo jaguaribano, mas da depressão sertaneja cearense como um todo, impõe uma drenagem marcada pelo adensamento de canais (Fig. 9), tornando alto o poder erosivo em função do deflúvio apresentar-se completamente em superfície. Esse poder erosivo só não é maior em função das condições climáticas semi-áridas, que impõem intermitência aos rios.

Figura 9: Rede de drenagem em substrato cristalino.



Fonte: Rubson, 2005

Tal regime hidrológico caracteriza-se pela predominância do escoamento superficial que pode ser observado em quase todo espaço cearense no período chuvoso. O embasamento cristalino é marcado pela hegemonia de rochas pré-cambrianas que ocupam 2/3 do território, dispostas na área central do Estado, sendo circundadas internamente por bacias sedimentares paleo-mesozóicas e externamente pelos sedimentos terció-quaternários da Formação Barreiras e litoral (SOUZA, 1988).

A relativa homogeneidade litológica dos núcleos cratônicos compreende áreas de estabilidade e impõem limites à erosão que fica submetida à morfogênese mecânica. A morfologia evolui por pediplanação produzindo vastas superfícies aplainadas, pontuadas eventualmente por inselbergs (SOUZA, 1981).

O incessante trabalho de erodir, transportar e depositar material, fica ao encargo da água de escoamento que tem sua ação acentuada, onde seu deflúvio possibilita uma maior energia cinética, e conseqüentemente, maior capacidade erosiva (competência fluvial). Onde a topografia não é plana, a água de escoamento tende a erodir todo o material, pois lhe é fornecido pelo relevo acidentado a energia potencial necessária para escoar, erodir e transportar material para as partes mais baixas, promovendo o aplainamento da região submetida à pediplanação. A desagregação mecânica consiste em um processo intempérico

não homogêneo. A ação erosiva se fará sentir mais aguda onde a capacidade de remoção da água for maior. Assim, o escoamento de superfície apresentará poder de incisão elevado nas vertentes, em função da topografia inclinada aumentar a energia cinética da água, fazendo do seu trabalho uma espécie de esteira, na qual retira o material de um lugar elevado e o transporta para outro mais rebaixado.

Para TRICART (1977), através da ação seletiva da erosão diferencial, o recuo das vertentes, se estabelece, ampliando depressões relativas e diminuindo por erosão lateral as superfícies elevadas. Diferentemente, em climas úmidos o modelado evolui de forma completamente distinta, pois a água na forma de vapor, distribuída homogêneo no espaço em quantidades elevadas, define um desgaste também homogêneo em toda a superfície exposta à ação abrasiva hídrica, que não desagrega a rocha fisicamente, mas impõem uma decomposição gradual dos minerais que a compõem, dando possibilidade da criação de um manto de alteração, que na permanência de um clima úmido, ganhará progressivamente espessura. A importância do trabalho que o clima exerce sobre o relevo, justifica-se no baixo Jaguaribe, principalmente em função do regime de escoamento e, conseqüentemente, condições de vazão e descarga sólida. Dessa forma, a ação climática assume fundamental importância junto aos processos hidrodinâmicos fluviais na elaboração do relevo cearense e, conseqüentemente, de ambientes deposicionais.

### **5.5 Aspectos Socioeconômicos**

A principal atividade econômica da região é a agricultura, ora com a hortifruticultura irrigada, para atender o mercado externo cultivo de melão, ora com culturas de subsistência de feijão, arroz (fig. 10), milho, mandioca, monocultura de algodão, banana, cana-de-açúcar e castanha de caju. A carcinicultura (criação de camarão) e apicultura (criação de abelhas) com finalidade de extração do mel e da cera, também geram bastante economia na região. Na pecuária extensiva destaca-se a criação de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e aves.

**Figura 10: Plantação de arroz.**



Fonte: Arquivo pessoal

A carcinicultura (fig 11) e apicultura(fig.12) com finalidade de extração do mel e da cera também geram bastante economia na região. Na pecuária extensiva destaca-se a criação de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e aves.

**Figura 11: Carcinicultura**



Fonte: Arquivo pessoal



**Figura 12: Apicultura.**



Fonte: Arquivo pessoal

O extrativismo vegetal se sobressai de madeiras diversas para lenha, construção de cercas e fabricação de carvão vegetal, além do desenvolvimento de atividades envolvendo empregos de materiais obtidos da carnaúba e oiticica (fig.13)

**Figura 13: Carnaúbas**



Fonte: Arquivo pessoal

A mineração se destaca por meio da extração de argilas para fabricação de produtos cerâmicos, como telhas e tijolos, além de dispor de pequenas reservas de calcário, e áreas favoráveis a extração de rochas ornamentais. A indústria cerâmica é uma atividade relevante para o desenvolvimento socioeconômico, pois é a principal fonte geradora de renda para grande maioria da população rural de baixo nível escolar, além de constituir uma importante fonte de receita tributária municipal. Os municípios de Jaguaruana e Russas apresentam o maiores números de cerâmicas( fig. 14) do Estado e detém 78% da produção de telhas, cujo nível de utilização da capacidade instalada das organizações do setor é, em média, 60%. Do produto interno bruto do município que girava em torno de R\$ 300 milhões em 2007, 20% se referiam ao valor adicionado pela indústria e teve representado aproximadamente 0,6 % do PIB cearense.

**Figura 14: Cerâmicas**



Fonte: Arquivo pessoal

Em amostragem de 50 empresas, observou-se que 42 dessas empresas equivalendo a 82%, detinham uma faixa entre 20 a 90 empregados, caracterizando-se como pequenas empresas, sendo que as 8 restantes que equivale a 16% foram constatadas como microempresas, sendo que apenas uma dessas a possuir 60 funcionários. Para um universo de 88 empresas, constatado 14 são microempresas e 74 são pequenas empresas (BRASIL 2008).

**Figura 15: Produto da mineração - Argila.**

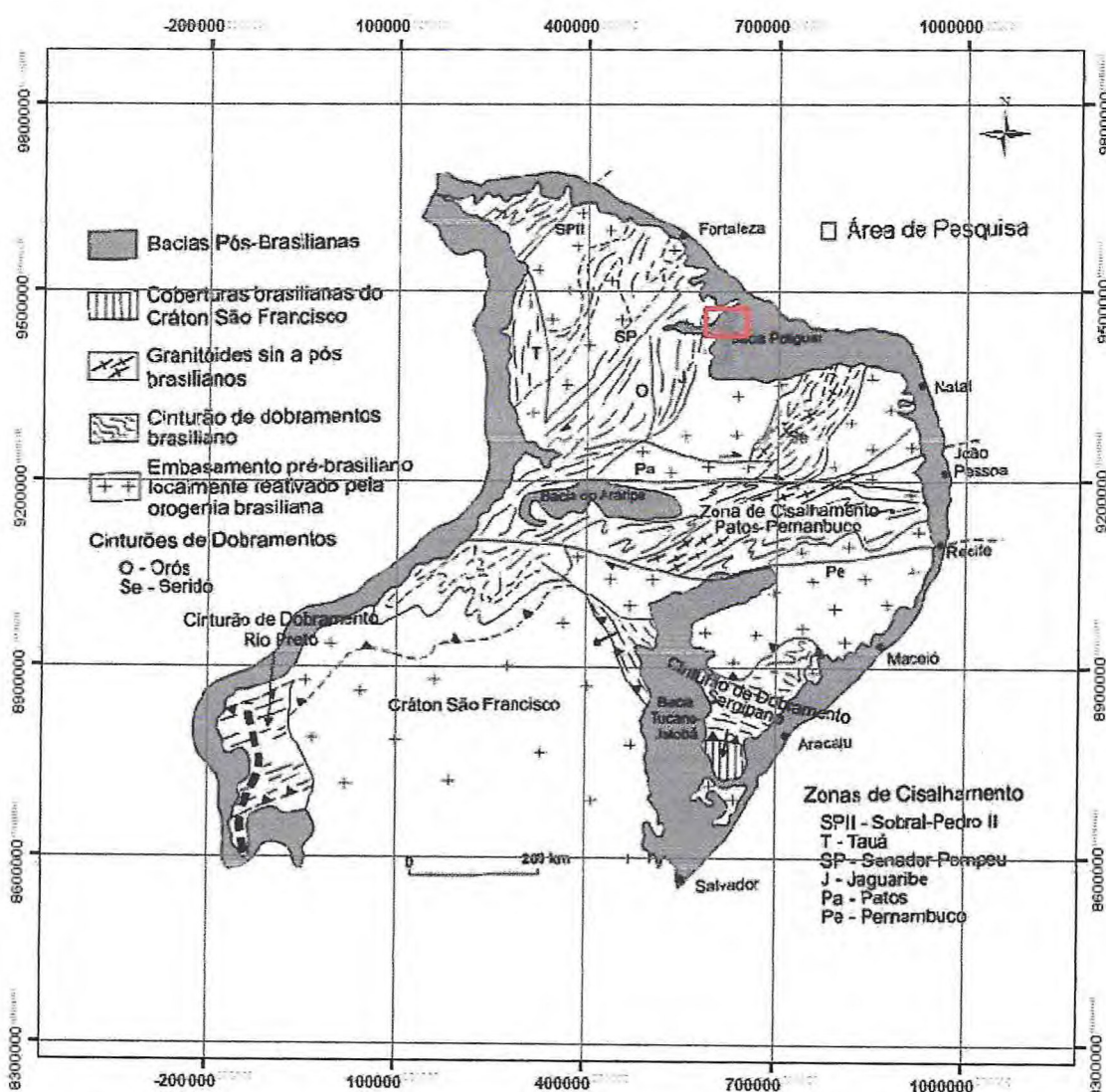


Fonte: Arquivo pessoal

## 6. GEOLOGIA REGIONAL

A área pesquisada integra a Província Borborema em seu setor norte, compreendendo a Região do Baixo curso do Rio Jaguaribe, onde este limita seu trajeto com a borda oeste da Bacia Potiguar. A Província Borborema (Fig.16) compreende uma extensa região geológica do Brasil de idade Pré- Cambriana, caracterizada pela atuação de um intenso magmatismo granítico e de extensas zonas de cisalhamentos transcorrentes, resultado da atuação do Ciclo Brasileiro (ALMEIDA, 2000).

Figura 16: Província da Borborema.



Fonte:Rubson,2005

A configuração estrutural da área (Figura x) é marcada, como é comum no nordeste brasileiro, por falhas de direção E-W e NE-SW, dando-se destaque

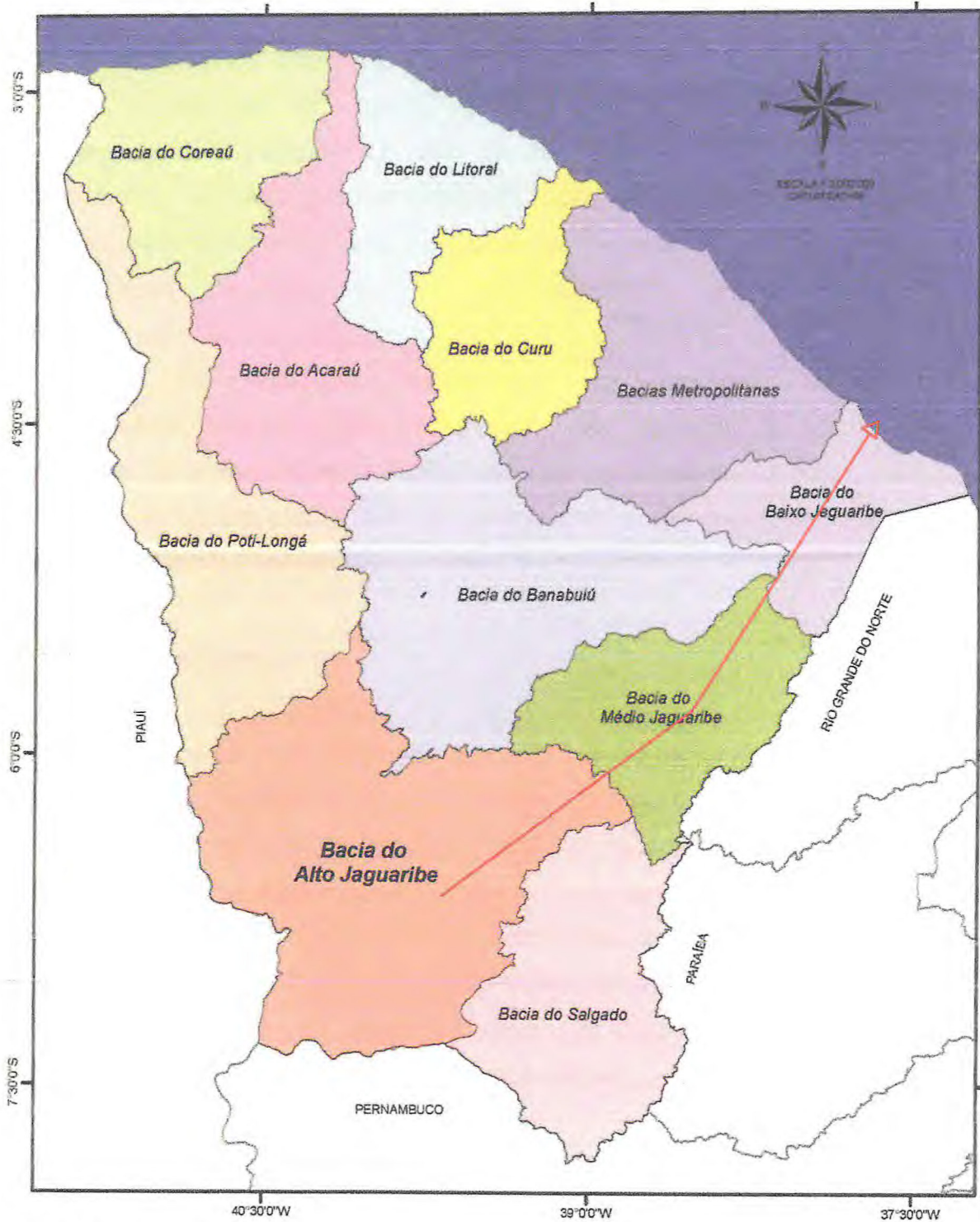
especial às falhas do Jaguaribe, que se estende do sul do Estado e adentra os depósitos sedimentares Cenozóicos do baixo curso do rio Jaguaribe. Nesse segmento, o curso fluvial é controlado por estruturas resultantes do falhamento em grande parte do seu trajeto.

A região em apreço é constituída por rochas do embasamento cristalino de idade paleoproterozóica formado por rochas do Complexo Jaguaretama (orto e paragneisses, em parte migmatizados, e metacarbonatos), mais antigo, e Grupo Orós (xistos, quartzitos, filitos, metacarbonatos e metavulcânicas). Sobrejacentes, ocorre as rochas cretáceas da Bacia do Apodi representadas por rochas das Formações Jandaíra (calcários com intercalações de folhelhos, siltitos, calcarenitos e calcilitos com níveis evaporíticos na base) e Açú (capeamento superior) onde predominam arenitos, localmente conglomeráticos, com interestratificação de siltitos, folhelhos, argilitos e calcários. Bordejando a margem ocidental do rio Jaguaribe estão presentes os sedimentos paleoceno-neocênicos da Formação Faceira, representada por conglomerados basais e arenitos pouco litificados e siltitos com níveis de argila e cascalho.

Ainda no domínio da faixa litorânea, encontram-se os sedimentos paleoceno-neocênicos do Grupo Barreiras constituído de arenitos argilosos com leitos conglomeráticos e nódulos lateríticos. Finalmente, na calha do rio principal ocorrem os sedimentos aluviais quaternários, representados por argilas, areias argilosas, eventualmente conglomeráticas, cascalhos e argilas orgânicas. Todas essas litologias contribuem de forma direta ou indireta para formação das imensas reservas de argilas localizadas nas várzeas dos rios que compõem a bacia do Baixo/Médio Jaguaribe.

Todo esse substrato que forma estes leitos é proveniente do escoamento da bacia, sendo que este material é oriundo do embasamento de rochas cristalinas vindas do alto Jaguaribe, passando pelo médio Jaguaribe até chegar no baixo Jaguaribe,(Fig.17).

Figura 17: Localização da sub-bacia do Baixo Jaguaribe



Fonte: CPRM 2010.

### **6.1 Alto do Jaguaribe**

O processo intempérico do embasamento vem a forma leitões de argilas, Segundo a transição das águas desde o alto até o baixo do Jaguaribe, Geologicamente a sub-bacia do alto do Jaguaribe é constituída de rochas o embasamento cristalino pré-cambriano(81,28%), representado por gnaisses e migmatitos diversos quartzitos e metacalcários, associados a rochas plutônicas e metaplutônicas de composição predominantemente granítica. Sobre esses substratos repousam-se depósitos sedimentares (18,72%) como os da bacia sedimentar do Araripeia constituída por arenitos, conglomerado, siltitos, folhelhos, calcários, margas e gipsita; das coberturas e idade terciária constituídas de areia, argilas e cascalhos e das quaternárias(Aluviais), Formadas por areias, siltes, e cascalho, que se distribuem ao longo dos principais cursos d'água que drenam a sub-bacia.

### **6.2 Médio do Jaguaribe**

Verifica-se, nesta sub-bacia a predominância de rochas do embasamento cristalino (88,56%) representadas por gnaisses e migmatitos diversos, associados a rochas plutônicas e metaplutônicas de composição predominantemente granítica, de idade Pré-cambriana. Sobre esse substrato, repousam os sedimentos (11,44%) cretáceos da Bacia Sedimentar do Apodi (Formações Açú e Jandaíra), Terciários do grupo barreiras coberturas do grupo terciário-quaternárias, que afloraram sob a forma de manchas esparsas, ao longo da região, e coberturas aluviais de idade quaternária, encontradas nos principais cursos d'água.

### **6.3 Baixo do Jaguaribe**

Na sub-bacia do baixo Jaguaribe(fig.18) observa um predomínio de rochas sedimentares (74,30%) que englobou as unidades litoestratigráficas: Grupo Apodi, representado pelas formações jandaíra (Calcários) e Açú (Folhelhos e arenitos finos a médios) sedimentos clásticos do grupo Barreiras (Formação Faceiras: conglomerados basais e indiviso: arenitos argilosos), dunas e paleodunas

e aluviões. As rochas cristalinas (25,70%) ocupando a porção oeste da bacia estão inseridas no contexto geológico da Província Borborema, com unidades litológicas representadas pelo Grupo Orós, que é composto por micaxistos diversos e o complexo Jaguaretama, constituído de ortognaisses migmatizados, granitos e tonalitos.

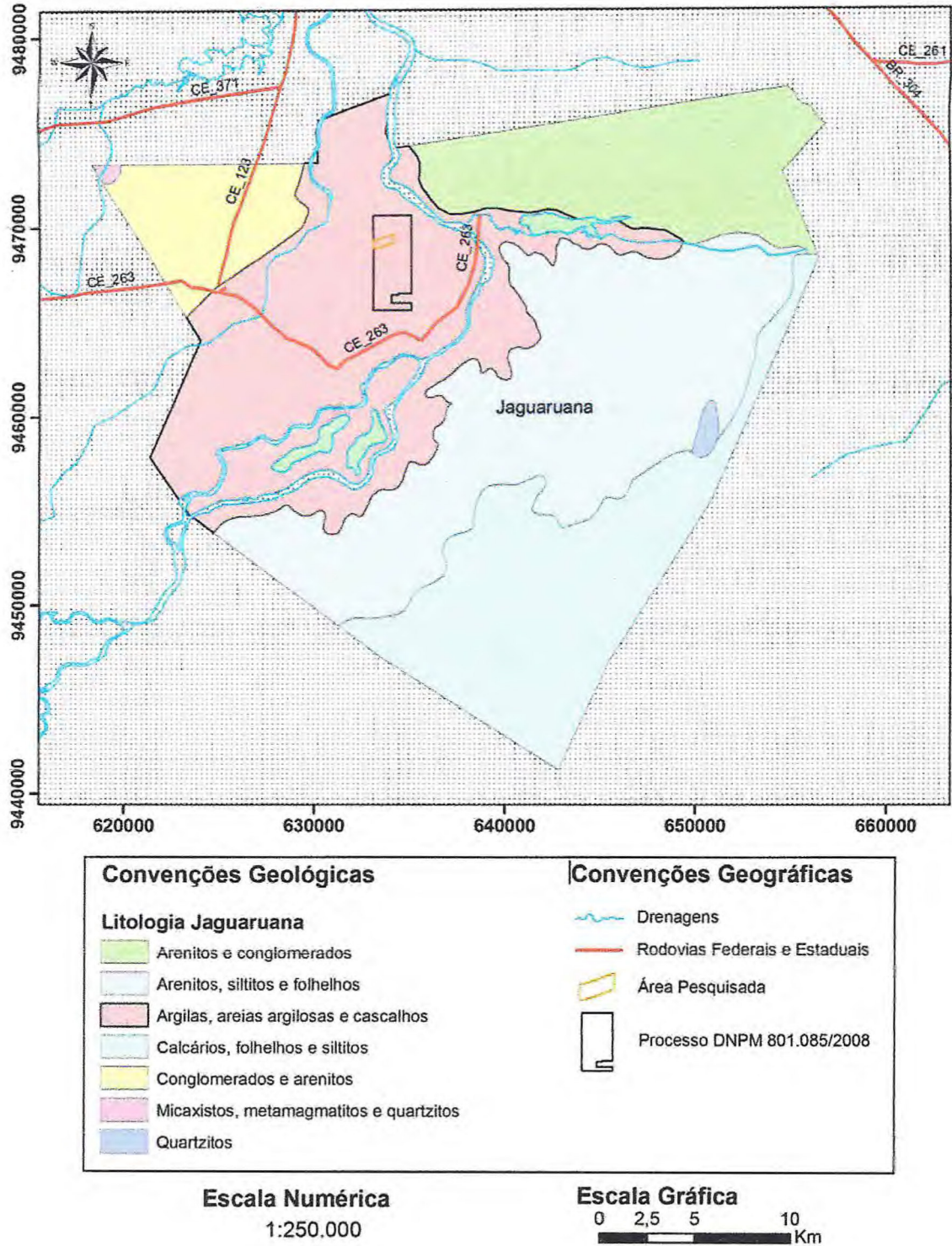
**Figura 18: Baixo Jaguaribe**



Foto: Cavalcante 2001



Figura 19: Mapa localização e acesso.



Fonte: Arquivo Pessoal

## 7. GEOLOGIA LOCAL

A descrição do quadro geológico local demonstra as unidades litoestratigráficas que define ou definiram a formação do ambiente deposicional e compõem, atualmente, a planície aluvial do rio Jaguaribe. As rochas que compõem o cenário da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe (fig. 20), desde sua nascente até a foz, são embasadas por rochas plutônicas vulcanosedimentares e coberturas sedimentares não-metarmofizadas e, em alguns casos, inconsolidadas.

**Figura 20: Níveis de deposição aluvionar.**

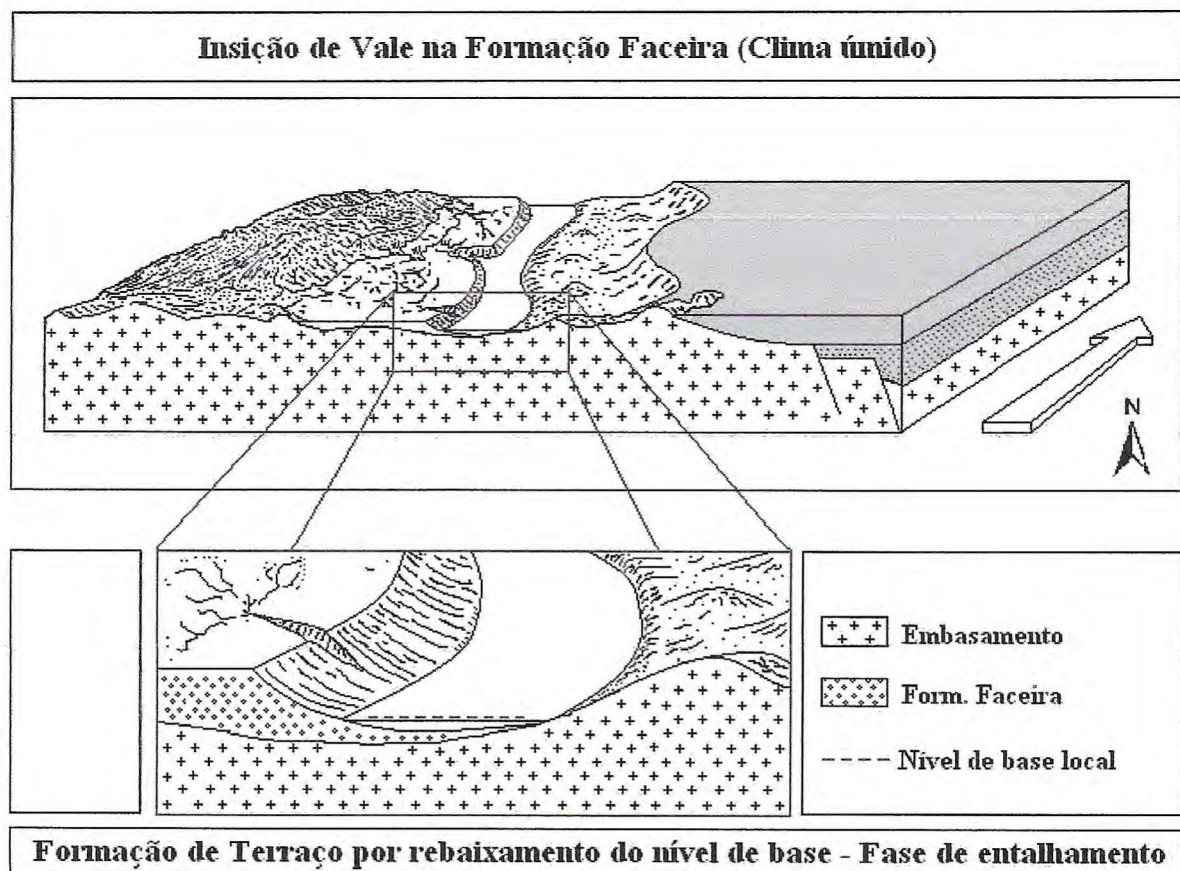


Foto: Cavalcante 2001.

O embasamento cristalino é representado pelo Complexo Nordeste/Caicó, de idade arqueana e composto, principalmente, de rochas gnáissicas e migmatíticas, quartzitos micaxistos e ocorrências de corpos granitoides. Exibe elevado grau de metarmofismo variando desde o fácies anfíbolito até granulito. A sequência plutono vulcanosedimentar é formada por rochas metamórficas de fácies xisto verde e anfíbolito, denominada de Grupo Ceará. Litologicamente é formada por hornblenda-biotita Gnaiss, micaxisto com granada estauroлита e sericita, quartzitos e mármore localmente associados com magnesitas, metavulcânicas ácidas e básicas, metabasaltos amigdaloidais e corpos de ortognaisses porfiríticos

de idade proterozoica. As coberturas sedimentares são formadas pelos sedimentos cretáceos da bacia Potiguar, posicionadas na margem direita do rio, constituída pelo Grupo Apodi ( Formações Açu e Jandaíra). A primeira é formada de arenitos claros intercalados por folhelhos e siltitos. A segunda é constituída por uma sequencia homogênea de calcários, de coloração creme, cinza e esbranquiçada com variações de tipos recristalizados, margosos, dolomíticos e apresentado uma formação fossilífera abundante e pouco diferenciada. Está bacia sedimentar representa um compartimento de relevo relativamente plano, com 100 metros de altitude na parte sul e declive suave para o mar. Um segundo depósito sedimentar é representado pela Formação Faceira (fig.21), que ocorre em discordância com o embasamento cristalino, principalmente da margem esquerda do rio Jaguaribe, na parte oeste da área, e sobre patamares da Formação Açu, na margem direita do rio, mais a leste. Os sedimentos apresentam cores variadas e são compostos por argilas e arenitos com níveis caulíníticos e conglomeráticos grossos em uma estratificação horizontal.

**Figura 21: Formação da Geomorfologia.**

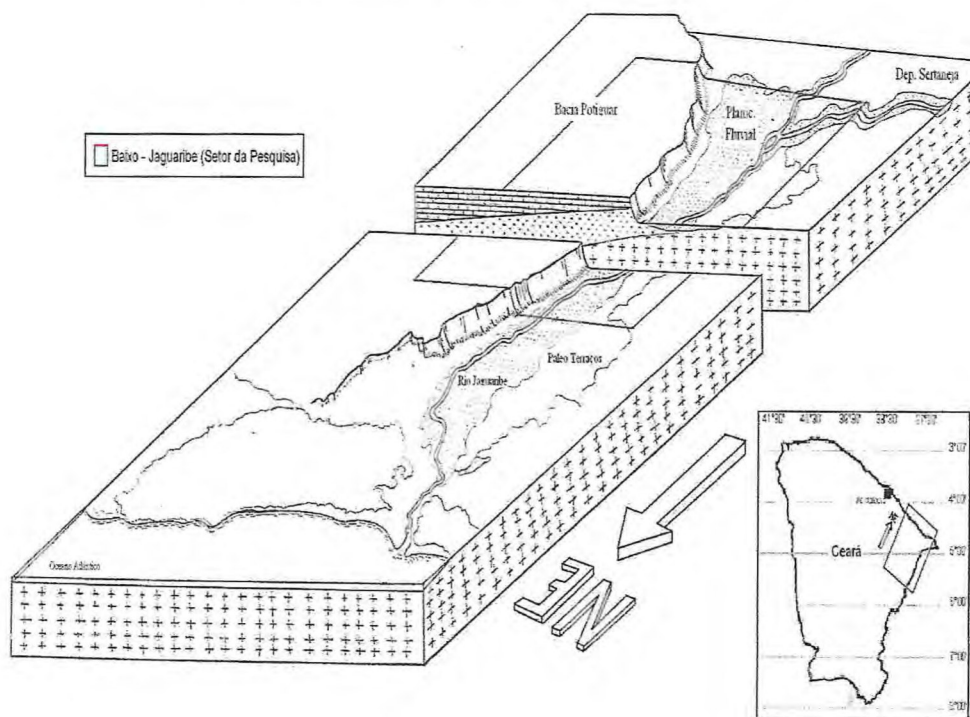


Os depósitos Pleistocênicos-Holocênicos recobrem as planícies fluviais, planícies de inundação, áreas de acumulação inundáveis, terraços fluviais e marinhos, costões litorâneos, formando dunas e paleodunas. Dentre esses sedimentos, o depósito aluvionar de maior interesse é formado por uma sucessão heterogênea e não cíclica de material inconsolidado, ou parcialmente consolidado, composto de areias finas e grossas, siltes, argilas e, em pequena parte, por cascalhos. Estão distribuídos nas porções marginais dos cursos de água e alargam-se a partir da confluência do rio Banabuiú com o rio principal na altura da cidade de Limoeiro do Norte. Esta grande variedade de rochas e as deformações estruturais registradas, influenciam na característica dos depósitos aluviais da região.

### 7.1 Descrição dos Depósitos Aluvionares

Define-se planície fluvial como uma feição típica de acumulação derivada do trabalho que os rios executam, erodindo, em seu alto curso, transportando em seu médio curso, e depositando sedimentos em seu baixo curso. Nestas planícies, situam-se as reservas de depósitos argilosos do baixo do Jaguaribe(fig.22).

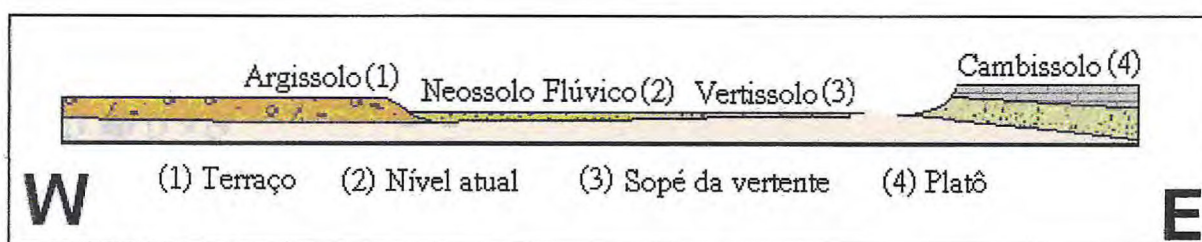
**Figura 22: Bloco Diagrama do Baixo Jaguaribe.**



Com relação as planícies cearenses, SOUZA(1979) setorizou as feições morfológicas, de detalhe, da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, no seu baixo curso, a partir de talvegue, incluindo: área de vazante, área de várzea baixa, várzea alta e rampas dos interflúvios. A vazante é integrada pelo talvegue e pelo leito menor dos rios, sendo delimitados, lateralmente, por diques marginais areno-argilosos, mantidos por matas ribeirinhas. Sua ocupação pelas águas só se efetiva durante os anos de chuvas abundantes. As rampas com baixos declives dos interflúvios marcam os níveis de terraços fluviais escalonados e mantidos por cascalheiras com dimensão calibre heterométrico e com o material arredondado e pouco arestado. Completando este quadro morfológico, tem-se a planície litorânea, compostas por sedimentos de dunas e paleodunas. Os sedimentos de dunas são de deposição recente e compõem-se de areias finas e médias, incolidadas.

A figura 23 mostra um perfil topográfico do rio Jaguaribe no seu baixo curso, definindo-se as zonas de acumulação e as zonas de intemperismo mais próximas ao leito atual do rio e prováveis áreas-fontes próximas dos depósitos argilosos. Marcada por um intenso processo de deposição sobre o embasamento cristalino, a planície fluvial do rio Jaguaribe foi formada pela interação conjunta de processos geomorfológicos e climáticos dados a partir do desgaste das rochas do embasamento e pela ação de mudanças climáticas ocorridas a partir do Cenozóico.

**Figura 23: Perfil topográfico do rio Jaguaribe.**



Fonte: Rubson, 2005.

MAIA (2005) descreve na sua dissertação de mestrado, um contexto evolutivo para definir a formação do ambiente aluvionar que pode ser referido a partir de fenômenos de natureza tectônica e climática. A formação da bacia sedimentar Potiguar, referência ao Grupo Apodi no Cretáceo, constitui o relevo da área mais antiga em detalhe. O platô formado a partir de fenômenos de natureza tectônica e climática. A formação da bacia sedimentar Potiguar, referência ao Grupo Apodi no formato a partir da erosão de vertente por pediplanização, como é comum

no Seminário Nordestino, deu origem aos cambissolos, resultado do intemperismo das rochas cretáceas.

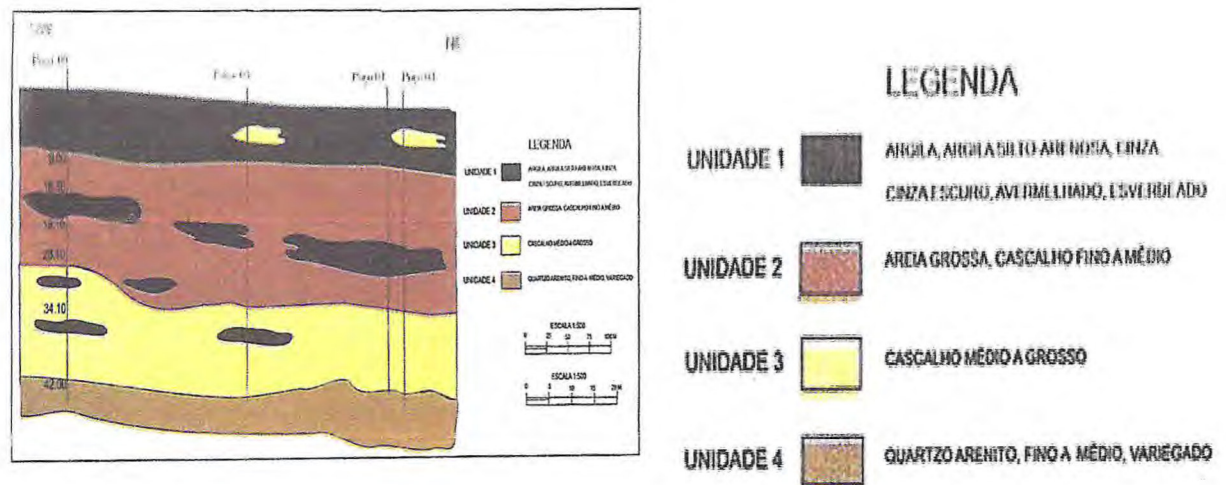
Em uma nova fase, a geomorfogênese Cenozoica relacionada a mudanças climáticas, imprimiu novas fases de decomposição e intemperismo, que deram condições para formação da planície aluvial por meio dos processos de hidrodinâmica fluvial, gerando sedimentos através do trabalho da erosão, transporte e deposição do material disponível, desde área fonte. Assim, foram gerados os depósitos (Figura x) que deram origem aos sedimentos desenvolvidos inconsolidados e de gênese alóctone. Outros contribuintes importantes para formação do pacote aluvial provêm da decomposição, transporte e deposição proximal dos sedimentos grossos relacionados à Formação Faceiras (Barreiras) depositados na margem esquerda do rio Jaguaribe.

A análise e correlação de seis sondagens geológicas de poços profundos (figura 24), para captação de água na região, permitiram definir as unidades litológicas, que constituem o pacote aluvionar do rio Jaguaribe (CABRAL, 2005; MAIA, 2005).

As unidades descritas são:

- Unidade 1 – Corresponde a unidade de cobertura, com espessura de até 9,0m. É composta por argila e argila silto-arenosa, de coloração variada (cinza, cinza-escura, cinza-avermelhada e esverdeada). Não há datação para esta unidade. O nível freático está posicionado no perfil em torno de 7,0m de profundidade.
- Unidade 2 – Apresenta espessura em torno de 20,0m, sendo constituída por areias grossas a cascalhos finos e médios, com selecionamento médio e cores variadas. Ocorrem intercalações de argilas cinza avermelhadas, cinza – escuras e esverdeadas. Estas intercalações chegam a medir 5,0m de espessura, possuindo formas lenticulares, mas podem ter boa expressividade lateral. Está relacionado ao aquífero, pois, esta unidade é mais utilizada na captação de água.

Figura 24: Perfil topográfico do rio Jaguaribe.



Fonte: LIMA, 2010.

- Unidade 3 – Tem espessura em torno de 15,0m. É constituído por cascalho médio a grosso, mal a mediamente selecionado, com coloração variada. Apresenta intercalações finas (1,0 a 2,0) e lentes de argilas cinzas esverdeada.
- Unidade 4 – Corresponde ao embasamento de todo o depósito. É constituída de arenito quartzoso a arenito argiloso, fino a médio, coloração variada (vermelho, esverdeado e esbranquiçado) e está relacionada ao embasamento da sequência aluvionar (provavelmente Formação Açú do Grupo Apodi).

Em seguida (fig. 25) apresento o mapa geológico de pontos da área, identificando a limitações através dos pontos e trabalhado em cima de uma escala de 1:5000. Onde apresentará areia e argila de toda área estudada.

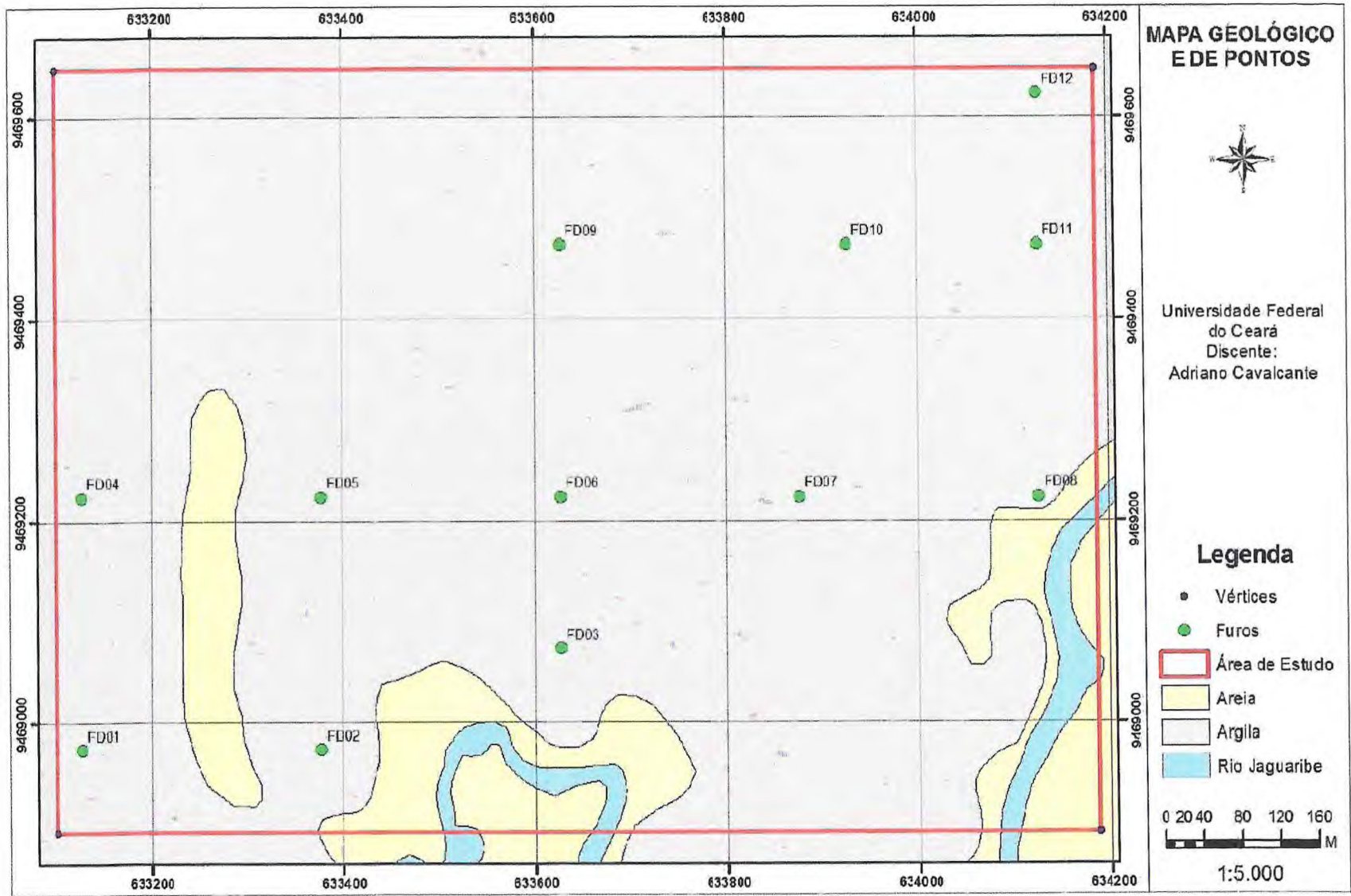


Figura 25: Mapa Geológico e de Pontos



## **8. ARGILAS**

As argilas tem origem devido às condições adequadas de topografia e da natureza da rocha matriz. São jazidas formadas pela ação da decomposição e desagregação da rocha em que tomam parte: água, oxigênio, anidrido carbônico e ácido orgânico.

### **8.1 Análise da argila**

Para caracterização tecnológica das argilas, através da determinação de seus parâmetros industriais, foram utilizadas no presente trabalho a fluorescência de raio x (FRX), e também testes de análises de difração de raio x. Determinando a composição química da matéria prima a fim de obter dados quantitativos.

#### **8.1.1 Formações dos argilominerais**

Os argilominerais podem ser formados por processos diagenéticos, intempéricos e processos hidrotermais (SANTOS 1989).

#### **8.1.2 Diagênese das argilas**

Na área pesquisada e na Região do Baixo e Médio Jaguaribe ficaram bem caracterizadas pequenas mudanças no pacote estratigráfico de posicionamento horizontalizado, onde alterações químicas, físicas ou biológicas sofrida nos sedimentos após sua deposição inicial, durante e após a sua litificação, excluindo alterações superficiais e metamorfismo. Estas mudanças ocorreram à temperatura e pressões relativamente baixas, sem, contudo apresentarem alterações significativas na mineralogia e textura da rocha. Daí, a deposição do material em suspensão, mesmo após a fase de litificação, ainda constituírem a importância como matéria prima para fabricação de artefatos cerâmicos, mesmo após passar por um processo de diagênese de baixo grau.

A formação de argilominerías por diagênese constitui-se da alteração de sedimentos pela construção de novos minerais. Diagênese é restrito a ambientes sedimentares (OLLIER, 1969).

### **8.1.3 Processos Intempéricos**

Os processos intempéricos consistem na quebra e alteração de materiais próximos à superfície da terra a produtos que estão em equilíbrio com as condições físico-químicas impostas recentemente (OLLIER, 1969). Através dos processos intempéricos, minerais primários, constituintes das rochas, são decompostas, liberando substâncias que, dependendo do ambiente, se recombina originando argilominerías.

O intemperismo físico corresponde à quebra de material inteiramente por métodos mecânicos causados por uma variedade de fatores. Algumas das forças são originadas tanto na parte externa da rocha como internamente provocando deformações e, eventualmente, à ruptura (OLLIER, 1969).

O intemperismo químico implica em transformações químicas dos minerais que compõem as rochas. Destacam-se os processos ligados a ação das chuvas carregadas com CO<sub>2</sub>. A água reage decompondo e originando novos minerais estáveis às condições da superfície terrestre. As reações químicas predominantes são: dissolução, oxidação, redução, hidrólise e hidratação (OLLIER, 1969).

Os mecanismos que atuam no intemperismo biológico ainda não são completamente esclarecidos. A complexidade do assunto ainda é grande principalmente devido a fatores como a falta de conhecimento de aproximadamente 99% dos microrganismos presentes nos solos e sedimentos, e a existência de substâncias com a reatividade e natureza bastante complexas.

### **8.1.4 Processos Hidrotermais**

A formação de argilominerías por processos hidrotermais constitui-se da alteração metassomática de minerais, no qual a água, combinada com outros elementos químicos, atua como fluido fortemente aquecido e sob alta pressão. Este processo provoca a hidratação e/ ou lixiviação de minerais silicáticos, oxidação de sulfetos, entre outros, em uma dinâmica que vai depender das condições termodinâmicas e geoquímicas das rochas e fluidos envolvidos.

### **8.1.5 Classificação das argilas**

As argilas residuais são aquelas que permanecem no local de origem devido às condições adequadas de topografia e da natureza da rocha matriz. São jazidas formadas pela ação da decomposição e desagregação da rocha em que tomam parte: água, oxigênio, anidrido carbônico e ácido orgânico.

As argilas transportadas também chamadas argilas secundárias são decorrentes da ação do transporte feito por águas, geleiras ou pelo ar. Sua deposição final pode ser em rios de baixa correnteza, lagos, pântanos e mares. Os sedimentos são transportados em suspensão e sua deposição é feita por sedimentação mecânica, e pode ser acelerada em águas ricas em sais.

A granulometria natural fina dos argilominerais permite que os mesmos permaneçam longo tempo em suspensão e também dão origem a extensos depósitos de argilas de valor industrial. (SANTOS, 1989).

### **8.1.6 Tipos de Argilas**

O Mapeamento Geológico realizado na Região do Vale Jaguaribe, indicou depósitos de argila, que depois pesquisados com sondagem a trado revelou um bom material que é utilizado como matéria-prima na fabricação de artefatos cerâmicos. Esta argila faz parte dos depósitos sedimentares aluvionares, constatando serem de idades terciária e quaternária.

A argila comum compreende dois tipos principais, determinados pela sua utilização industrial: argila para olaria ou "pottery clay" e argila para tijolo ou "brick clay".

Argila para olaria ou pottery clay é utilizada particularmente em cerâmica ornamental de terracota, é uma argila plástica que pode ser moldada facilmente. A argila de olaria possui teores baixos em  $Al_2O_3$  (15-25%), teores baixos e médios em  $Fe_2O_3$  (<10 %) e quando queimada proporciona corpos cerâmicos de cor variada.

Argila para tijolo ou brick clay é uma argila grosseira que possui grande quantidade de silte e areia. A argila para tijolo é utilizada em cerâmica vermelha ou estrutural, no fabrico de tijolos, telhas e ladrilhos. Os teores em  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ , CaO e  $Na_2O+K_2O$  são elevados.

## 8.2 Métodos das Sondagens

As sondagens foram realizadas por meio de trados manuais (fig. 26), que consiste na rotação de um dispositivo cortante (corôa) com aplicação simultânea de pressão para avanço, muito utilizadas em solos e que atinge geralmente pequenas profundidades. Este método é indicado para obtenção e coleta de amostras para caracterização litológica.

**Figura 26: Preparação do equipamento**

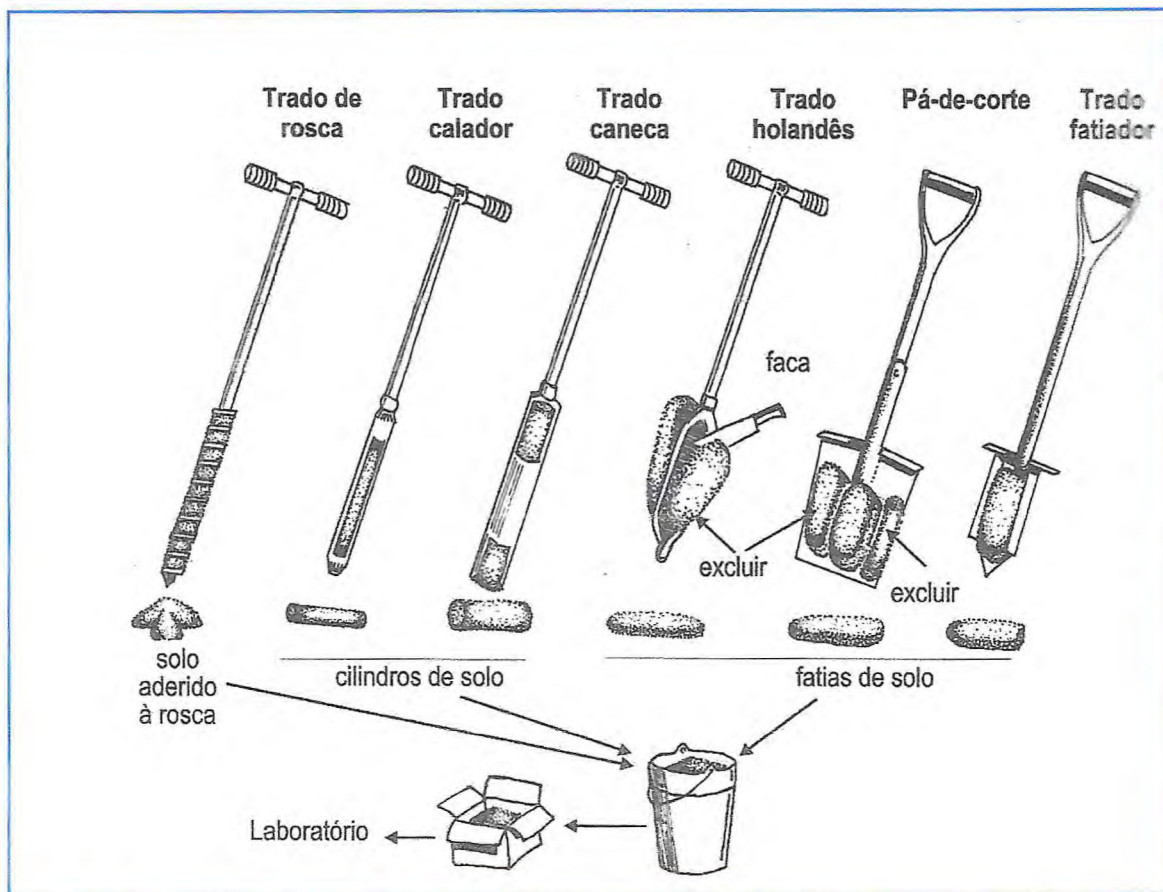


Fonte:

### **8.2.1 Sondagens a trado manual**

A opção de investigação pela sondagem a trado manual durante a pesquisa direta dos depósitos de argila, permitiu maior praticidade de investigação em profundidade a custos relativamente baixos, com fácil mobilidade e agilidade de deslocamento.

Figura 27: Tipos de trado.



Fonte:

Nesta sondagem a perfuração foi efetuada através da rotação manual do trado diretamente no terreno. Os trados (fig. 26) são constituídos, de um punho ou uma barra de ferro conectada através de um "T" a um conjunto de hastes que, em geral são simples canos de 3/4 a 1" rosqueados nas extremidades por luvas de conexão e um elemento cortante, que é acoplado por roscas à última haste ou é solidário a esta haste.

Em terrenos argilosos os tipos mais utilizados são aqueles em forma de hélice ou conchas helicóidais, o qual durante a perfuração o trado é retirado após a concha se preencher de amostra.

### 8.2.2 Métodos de Descrição das Sondagens

As descrições das argilas resultantes das sondagens obedeceram às

Normas Técnicas da ABNT, em uma ficha previamente elaborada, visando à definição da espessura do pacote argiloso, que serviu para a definição da cubagem das reservas.

A definição das propriedades físicas das argilas no seu estado bruto, ocorreram de forma direta no campo, visando estabelecer o grau de plasticidade quando umedecidas em água, textura no que se refere à coesão entre partículas de areia, silte e argila; e também a cor que caracteriza as propriedades mineralógicas dos solos, como a ocorrência da presença de impurezas como quartzo, mica, óxido de ferro, carbonatos e matéria orgânica.

### ***8.2.3 Coletas das amostras de argilas em campo***

A preparação das amostras em campo, foram realizadas após extração e descrição o material do perfil de sondagem (fig. 28) sendo selecionada em lona e colocada em sacos plásticos, com média de 01 quilo por amostra logo em seguida, foram encaminhado para o Centro Vocacional Tecnológico - (CVT), sob controle, com numeração e protocolo. Tem sido preparadas 227 amostras em campo.

**Figura 28: Seleção das argilas em lona plástica.**



Fonte: Arquivo pessoal

#### **8.2.4 Detalhamentos da Preparação das Amostras**

As argilas, inicialmente no seu estado bruto, foram desagregadas manualmente (fig.29) e em seguida, homogeneizadas em moinhos de bolas por aproximadamente 40 minutos, formando assim barbotinas. Em seguida, foram encaminhadas para uma estufa à 60° C permanecendo cerca de 20 horas com o objetivo de eliminar água livre. Após secagem, as argilas são novamente levadas ao moinho de bolas por mais 40 minutos para homogeneização e então, passadas por peneira ABNT 50, 200 mesh.

Os resíduos da peneira passaram por desaglomeração até não haver mais resíduos, obtendo assim, uma granulometria de 200 mesh. Os pós serão realizados no Laboratório de Raios-X do Departamento de Física da UFC

**Figura 29: Seleção das argilas em laboratório**



Fonte: Arquivo pessoal

### 8.3 Análise Química

A análise química consiste em determinar a composição de uma matéria-prima, fornecendo os percentuais de óxidos presentes e também os valores de perda ao fogo (EMILIANI & CORBARA, 1999). A análise química pode ser realizada através de processos químicos ou físicos. Os processos químicos geralmente são através de reações de precipitação seletiva e reações de formação de complexos corantes. Os processos físicos podem ser através de espectrofotometria ou ainda por fluorescência de raios-X. Atualmente a fluorescência de raios-X é frequentemente utilizada para determinar a composição química em materiais cerâmicos, por ser um método rápido, preciso e não-destrutivo (fig.30)



Figura 30: Equipamento de Fluorescência de Raios X.



Fonte: Arquivo pessoal

De uma maneira simplificada, a interpretação de uma análise química de uma matéria-prima argilosa segundo Más (2002) pode ser descrita abaixo: óxido de sódio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) e potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ): presentes geralmente na forma de feldspatos, são fundentes e conferem resistência mecânica quando sinterizados entre 950 e 1000°C; óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ) e magnésio ( $\text{MgO}$ ): são agentes fundentes e tendem a diminuir a refratariedade das peças, indicam a presença de calcita, dolomita e massas calcáreas que requerem moagem e temperaturas desinterização aproximadamente a 1100°C; sílica ou óxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ): indica a presença de silicatos e sílica livre.

Os silicatos são os argilominerais, as micas e os feldspatos. A sílica livre corresponde ao quartzo; alumina ou óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ): está em sua maior parte combinada, formando os argilominerais (SANTOS, 1975); óxido de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ): responsável pela coloração vermelha ou amarelada na maioria das argilas, reduz a plasticidade, mas também diminui a retração e facilita a secagem.

Também diminui a resistência mecânica, mas o pouco que funde na sinterização proporciona dureza ao vidro (BITENCOURT, 2004). óxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ): desvia a cor para um tom alaranjado; óxido de enxofre ( $\text{SO}_3$ ): pode indicar a presença de gesso; óxido de manganês ( $\text{MnO}_2$ ): altera a cor para marrom;

carbonatos: ajudam no branqueamento das peças, diminuem a expansão e aumentam a porosidade; perda ao fogo: é a diminuição de peso, até um valor constante, que indica uma perda de material devido ao aumento de temperatura.

Basicamente indica o teor de matéria orgânica presente na argila e a quantidade de gás e vapor que são formados durante o aquecimento, resultantes da decomposição dos carbonatos.

### **8.3.1 Difração de Raio-X**

Possibilita a identificação dos minerais presentes, e também permite estudar as características cristalográficas destes minerais. O equipamento de difração de raios-x é basicamente um tubo emissor de raios-X, uma câmara circular onde se situa a amostra (goniômetro) e um detector que recebe os raios difratados. A técnica de ensaio consiste em incidir um feixe de raios-X (de comprimento de onda conhecido), sobre uma camada fina de pó, que gira no centro do goniômetro.

Como consequência o feixe se difrata e reflete com ângulos que são característicos do retículo cristalino, obtendo-se o correspondente difratograma. O método de difração de raios-X em relação a outros métodos físicos como a análise térmica diferencial, ou químicos, como a análise química, oferece a vantagem de que o difratograma apresenta um número grande de picos, o que facilita a identificação, principalmente no caso de misturas, onde pode haver superposição de alguns picos, mas nunca de todos (SANTOS, 1975).

Ao se caracterizar argilominerais, a utilização da técnica de difração de raios-X torna-se ainda mais indicada, pois uma análise química reportaria os elementos químicos presentes no material, mas não a forma como eles estão ligados (ALBERS, 2002).

A caracterização químico-mineralógica de argilas e a determinação das propriedades que seus componentes atribuem às massas cerâmicas, permitem estudar os beneficiamentos que devem ser feitos para alterar uma ou várias propriedades do corpo cerâmico, e melhorar as propriedades do produto final (COELHO, ROQUEIRO & HOTZA, 2002).

As análises de difração de raios-X e fluorescência de raios-X fornecem como resultados as fases presentes na argila e a relação dos elementos constituintes da argila com a sua proporção na forma de óxidos, respectivamente. Através da combinação da análise química, qualitativa e quantitativa, onde os elementos são todos considerados existindo na forma de óxidos, têm-se informações suficientes para determinar a composição mineralógica das fases presentes na argila.

#### **8.4 Modelagem 3D utilizando o Software SURPAC 6.2**

Atualmente, para execução dos cálculos de reservas e a distribuição de teores de diferentes substâncias e elementos químicos, as empresas de mineração que acompanham o desenvolvimento tecnológico, têm utilizado vários recursos disponíveis no mercado atual.

No sentido de se apresentar uma aplicação desses novos recursos tecnológicos foi utilizado no presente trabalho o software SURPAC 6.2 que propicia a visualização dos volumes das reservas em 3D (fig.31) a distribuição de teores das substâncias analisadas espacialmente e topografia por modelamento digital de terreno.

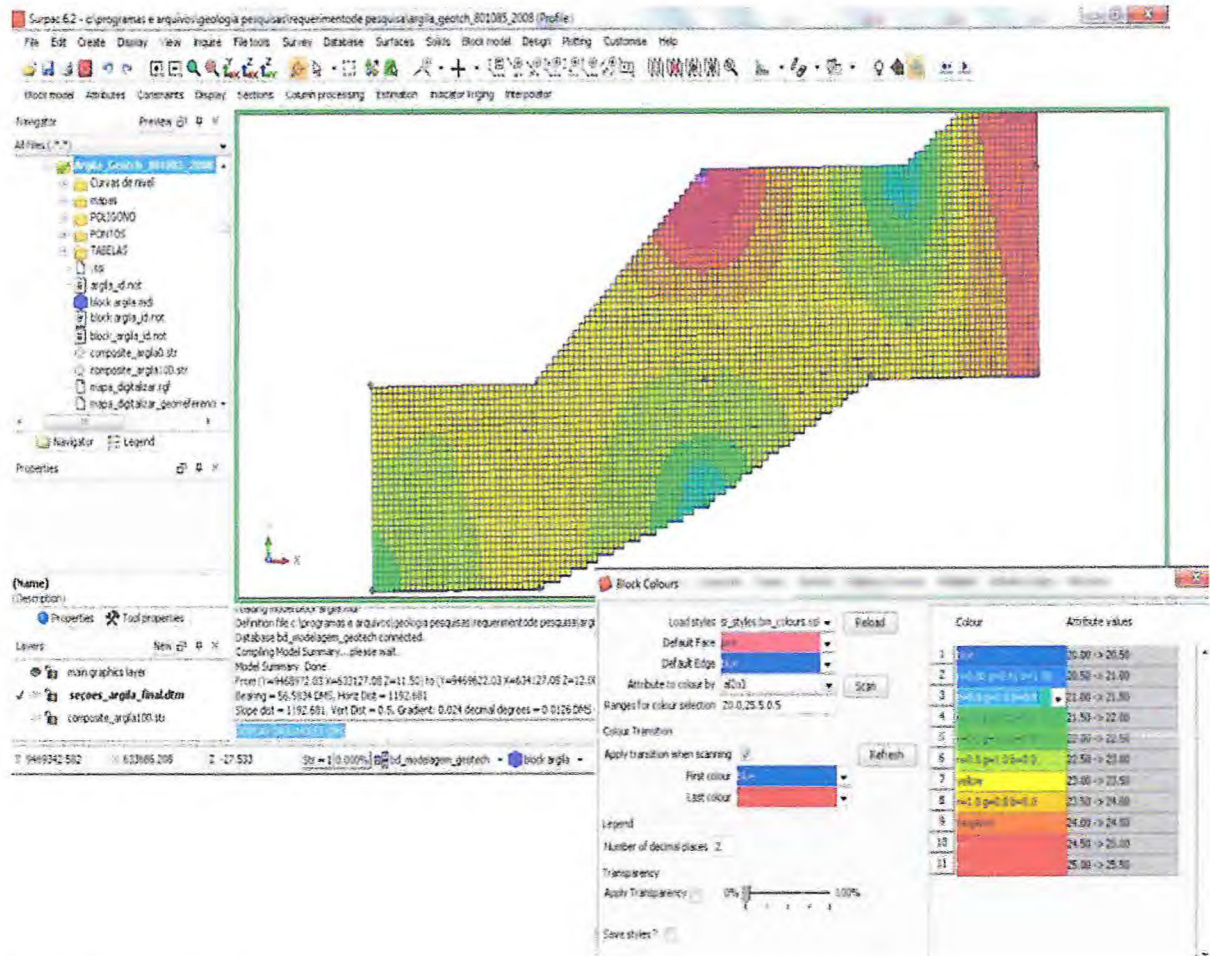
Para se obter tal modelo, ou seja, o programa foi alimentado com os seguintes dados:

- a) Topografia: Modelo em 3D do terreno a partir das curvas nível.
- b) Volume: Obtido dos dados de sondagem apresentando a litologia.
- c) Teores: Obtidos das análises químicas e físicas dos dados plotados no campo.

O Método computacional de geração de sólido em três dimensões (algoritmo de Dijkstras's), proporcionara o cálculo de volume com extrema precisão.

A ferramenta computacional evoluiu de modo que, atualmente, permite aos pesquisadores qualquer alteração do modelo geológico em curtos períodos de acordo com o avanço da pesquisa e lavra. Salientando que cada tipo de depósito mineral é tratado de forma específica para melhor utilização da ferramenta.

**Figura 31: Imagem de Fluorescência de Raios X no SURPAC 6.2.**



#### 8.4.1 Banco De Dados

O módulo permite conectar banco de dados em formato ASCII. Esses dados normalmente apresentam-se em formas de planilhas digitais no formato Surpac e/ou analógicas. O programa fornece uma interface interativa para banco de dados geológicos. Isso, devido a diversas plataformas existentes atualmente no meio de utilitários computacionais para mineração.

O programa não possui banco de dados próprio, mas sim, a habilidade de conectar-se a um dado banco de dados. Isso se dá, relacionando as tabelas e os principais campos do banco de dados fonte com campos pré- definidos do “software”. O arquivo gerado nesse processo (\*.ddb), propicia essa conexão.

Todas as informações usadas nesse trabalho são de furos de sondagens, e o programa de banco de dados usado para manipular foi o Microsoft Access 2003. Esse banco de dados é compatível com o software de modelagem tridimensional já citado.

Toda e qualquer informação (descritivas, quantitativas e qualitativas) da área de estudo envolvida na pesquisa mineral é registrada na forma de anotações, tabelas, desenhos e amostras, sendo esses dados armazenados em um banco de dados relacionado a todas as informações essenciais para a exploração mineral, com o objetivo de se provar a exequibilidade do empreendimento sendo alimentado e atualizado durante todo o processo mineiro (pesquisa, desenvolvimento, lavra e exaustão).

Na ordem hierárquica, o programa necessita de pelo menos uma das duas tabelas chamadas de “mandatory tables” (Tabela 2). Opcionalmente, podem-se inserir dados com intervalos importantes nas tabelas denominadas de “Optional Tables” (Tabela 3)

**Tabela 3: Collar**

Id.	z	hole_id	x	azimuth	y	data_inicio	dip	max_depth	data_fim	target	perfilagem
1	11,50 0	FD01	633127,0 80	180,00 0	9468972,0 32	09/12/2011	90,00 0	8,00	09/12/2011	Curais	NA
2	11,00 0	FD02	633377,0 79	180,00 0	9468972,0 32	09/12/2011	- 90,00 0	9,00	09/12/2011	Curais	NA
3	10,00 0	FD03	633627,0 78	180,00 0	9469072,0 32	08/12/2011	- 90,00 0	6,00	08/12/2011	Curais	NA
4	11,50 0	FD04	633127,0 80	180,00 0	9469222,0 31	07/12/2011	- 90,00 0	5,50	07/12/2011	Curais	NA
5	10,50 0	FD05	633377,0 79	180,00 0	9469222,0 31	07/12/2011	- 90,00 0	9,00	07/12/2011	Curais	NA
6	11,00 0	FD06	633627,0 78	180,00 0	9469222,0 31	08/12/2011	- 90,00 0	7,00	08/12/2011	Curais	NA
7	10,00 0	FD07	633877,0 77	180,00 0	9469222,0 31	08/12/2011	- 90,00 0	6,50	08/12/2011	curais	NA
8	11,50 0	FD08	634127,0 76	180,00 0	9469222,0 31	08/12/2011	- 90,00 0	9,00	08/12/2011	curais	NA
9	10,00 0	FD09	633627,0 78	180,00 0	9469472,0 30	08/12/2011	- 90,00 0	6,50	08/12/2011	curais	NA

10	10,50 0	FD10	633927,0 77	180,00 0	9469472,0 30	08/12/2011	- 90,00 0	5,50	08/12/2011	curais	NA
11	11,00 0	FD11	634127,0 76	180,00 0	9469472,0 30	08/12/2011	- 90,00 0	8,00	08/12/2011	curais	NA
12	12,00 0	FD12	634127,0 76	180,00 0	9469622,0 29	08/12/2011	- 90,00 0	7,50	08/12/2011	curais	NA

As “mandatory tables” consistem de duas tabelas: “collar” e “survey”, como mostra as (figuras x, y), respectivamente. A “collar” é composta pela informação espacial de cada furo e a profundidade máxima de alcance. A “survey” descreve como esses furos se comportam em subsuperfície, como mergulho, azimute de avanço e etc.

**Tabela 4: Survey**

Identif.	hole_id	depth	azimuth	dip	x	perfilagem	y	z
1	FD01	0,00	180,000	- 90,000	633127,080	NA	9468972,032	11,500
2	FD01	8,00	180,000	- 90,000	633127,080	NA	9468972,032	11,500
3	FD02	0,00	180,000	- 90,000	633377,079	NA	9468972,032	11,000
4	FD02	9,00	180,000	- 90,000	633377,079	NA	9468972,032	11,000
5	FD03	0,00	180,000	- 90,000	633627,078	NA	9469072,032	10,000
6	FD03	6,00	180,000	- 90,000	633627,078	NA	9469072,032	10,000
7	FD04	0,00	180,000	- 90,000	633127,080	NA	9469222,031	11,500
8	FD04	5,50	180,000	- 90,000	633127,080	NA	9469222,031	11,500
9	FD05	0,00	180,000	- 90,000	633377,079	NA	9469222,031	10,500
10	FD05	9,00	180,000	- 90,000	633377,079	NA	9469222,031	10,500
11	FD06	0,00	180,000	- 90,000	633627,078	NA	9469222,031	11,000
12	FD06	7,00	180,000	- 90,000	633627,078	NA	9469222,031	11,000
13	FD07	0,00	180,000	- 90,000	633877,077	NA	9469222,031	10,000
14	FD07	6,50	180,000	- 90,000	633877,077	NA	9469222,031	10,000
15	FD08	0,00	180,000	- 90,000	634127,076	NA	9469222,031	11,500
16	FD08	9,00	180,000	- 90,000	634127,076	NA	9469222,031	11,500
17	FD09	0,00	180,000	- 90,000	633627,078	NA	9469472,030	10,000
18	FD09	6,50	180,000	- 90,000	633627,078	NA	9469472,030	10,000

19	FD10	0,00	180,000	- 90,000	633927,077	NA	9469472,030	10,500
20	FD10	5,50	180,000	- 90,000	633927,077	NA	9469472,030	10,500
21	FD11	0,00	180,000	- 90,000	634127,076	NA	9469472,030	11,000
22	FD11	8,00	180,000	- 90,000	634127,076	NA	9469472,030	11,000
23	FD12	0,00	180,000	- 90,000	634127,076	NA	9469622,029	12,000
24	FD12	7,50	180,000	- 90,000	634127,076	NA	9469622,029	12,000

Caracteres especiais (espaço, acento, “ç” e etc) não são indicados para os nomes dos campos da tabela no Surpac. O underline” (...\_...) é uns dos poucos caracteres que pode ser usado sem muito problema.

#### 8.4.2 Cálculo do Volume

##### Strings File Reports

O cálculo de volumes por diversos métodos pode ser gerado a partir desse módulo. O formato de um relatório pode ser gravado a partir de um arquivo texto que representa o relatório padrão de um projeto, por exemplo. O volume pode ser caracterizado pelo código da “string”, ou seja, pode-se customizar o volume pretendente.

Tabela 5: Cálculo de reserva

	Feb 27, 2014	AI2o3	Volume	Tonnes	AI2o3
1 Gemcom Software International					
2	20.0 -> 20.5		0	0	0.000
3 Block model report	20.5 -> 21.0		0	0	0.000
4	21.0 -> 21.5		0	0	0.000
5	21.5 -> 22.0		40320	80640	21.828
6 Constraints used	22.0 -> 22.5		127616	255232	22.307
7 a. INSIDE CONSTRAINT SEÇAO_INTER	22.5 -> 23.0		590720	1181440	22.831
8	23.0 -> 23.5		1199072	2278144	23.133
9 Keep blocks partially in the constraint : False	23.5 -> 24.0		225792	451584	23.745
10	24.0 -> 24.5		215040	430080	24.179
11	24.5 -> 25.0		49408	98816	24.722
12	25.0 -> 25.5		31360	62720	25.237
13	Trisolation Total		2419328	4838656	23.204
14 Geometric grouping					
15 Solid file : seções_argila_final.dtm					
16 Object range :		AI2o3	Volume	Tonnes	AI2o3
17	Grand Total		2419328	4838656	23.204

## 9. RESULTADOS

### Caracterização Química das amostras

A caracterização química foi realizada através do uso de FRX conforme mencionado no capítulo 7 (materiais e metodos). Desta forma segue abaixo os gráficos dos resultados obtidos em cada amostra no teste de FRX. Para que se entenda melhor como foi feita toda a seleção do material foi dividido por setores os ensaios: 1º passo: Sondagem de doze furos com objetivo de levantar o volume da area, tendo como informação a profundidade do furo, as coordenadas " x,y" ,o mergulho(DIP),o azimute do mergulho e litologia para elaboração do modelo de blocos. Esse método foi utilizado para quantificar a reserva em toneladas.

Tabela 6:

1	Gemcom Software International	Feb 27, 2014	Al2o3	Volume	Tonnes	Al2o3
2			20.0 -> 20.5	0		0 0.000
3	Block model report		20.5 -> 21.0	0		0 0.000
4			21.0 -> 21.5	0		0 0.000
5			21.5 -> 22.0	40320	80640	21.828
6	Constraints used		22.0 -> 22.5	127616	255232	22.307
7	a. INSIDE CONSTRAINT SEÇÃO_INTER		22.5 -> 23.0	590720	1181440	22.831
8			23.0 -> 23.5	1139072	2278144	23.133
9	Keep blocks partially in the constraint : False		23.5 -> 24.0	225792	451584	23.745
10			24.0 -> 24.5	215040	430080	24.179
11			24.5 -> 25.0	49408	98816	24.722
12			25.0 -> 25.5	31360	62720	25.237
13			Trisolation Total	2419328	4838656	23.204
14	Geometric grouping					
15	Solid file : secoes_argila_final.dtm					
16	Object range :		Al2o3	Volume	Tonnes	Al2o3
17			Grand Total	2419328	4838656	23.204

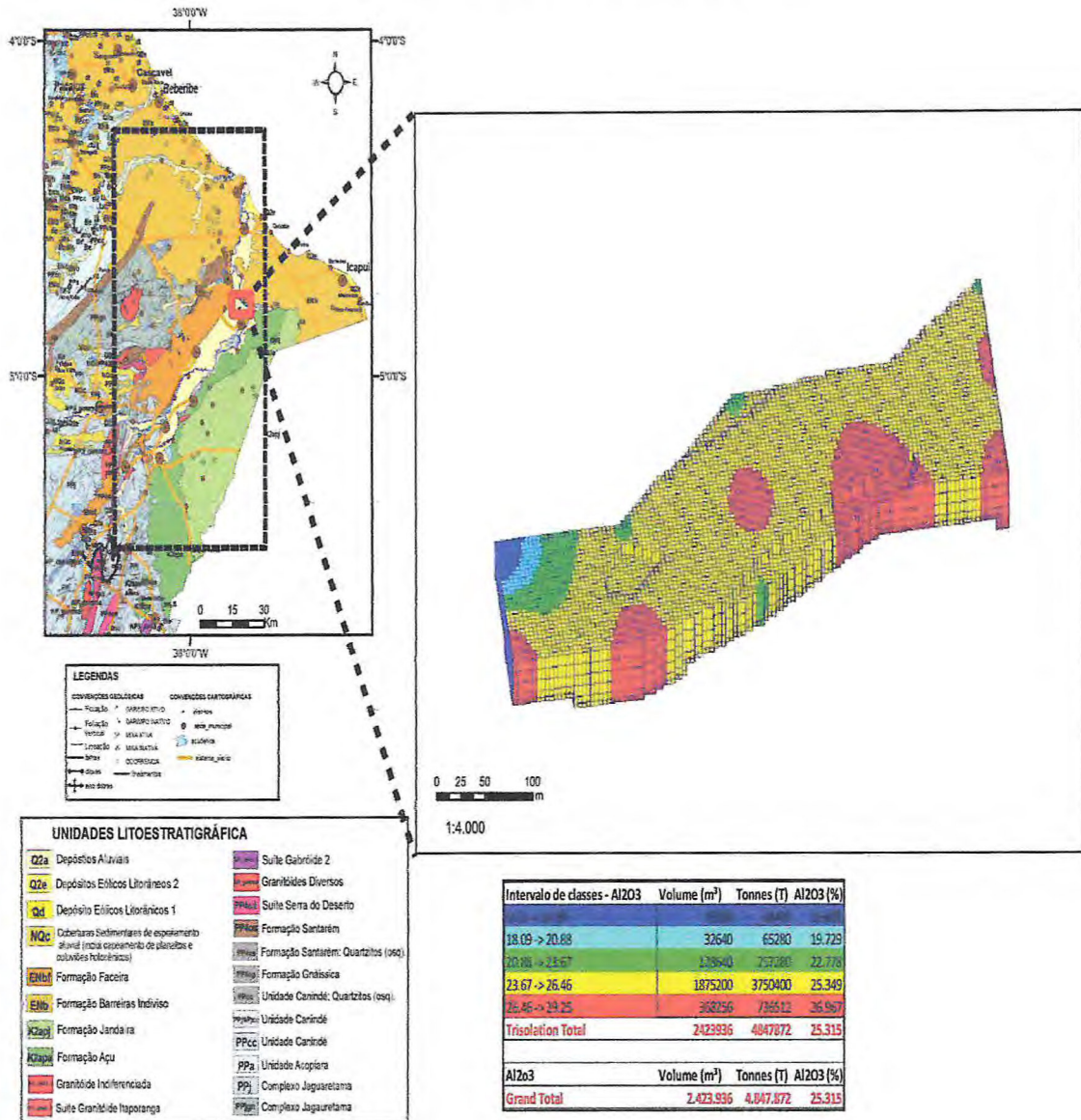


A seguir a tabela

**Tabela 7: Frequência de Teores de AL2O3%**

Tabela de Frequência de Teores de AL2O3% em											
Teores	de Classe %	Teor Central da Classe % (I)	Frequência das Obs (F)	(I)*(F)	(M.A)	(I)2	(F)*(I)2	(I - M.A)	(I - M.A)2	(I - M.A)2 . (F)	
15,27	18,06	1	1	16,66	24,83	277,68	277,68	8,16	66,62	66,62	
18,07	20,86	1	0	0,00	24,83	378,78	0	5,37	28,81	0	
20,87	23,65	2	4	89,04	24,83	495,54	1982,16	2,57	6,60	26,40	
23,66	26,45	2	1	25,06	24,83	627,97	627,97	0,23	0,05	0,05	
26,46	29,25	2	6	167,15	24,83	776,06	4656,34	3,03	9,17	55,00	
		<b>2</b>	<b>12</b>	<b>297,91</b>			<b>7544,14</b>			<b>148,09</b>	
	Variância	desvio padrão									
1ª	<b>12,3405389</b>	<b>3,51</b>									
		<b>0,00</b>									
		<b>Intervalo de</b>									
		Intervalos	12,78								
		1+3,32*LOG(Nªa	4,582881737								
		<b>Intervalo de</b>									
		<b>Classes/1+3,32*</b>	<b>2,79</b>								

Figura 32: Modelagem 3D da área pesquisada.



Obtém-se assim o valor da lavra em toneladas 4.838,656 t. Deduzindo um valor de estéril com cerca de 20%, subtrai-se este valor do total de toneladas para se obter o valor em toneladas de argilas da reserva medida, em seguida a tabelas do resultado de fluorescência.

Tabela 8: Resultados das fluorescências

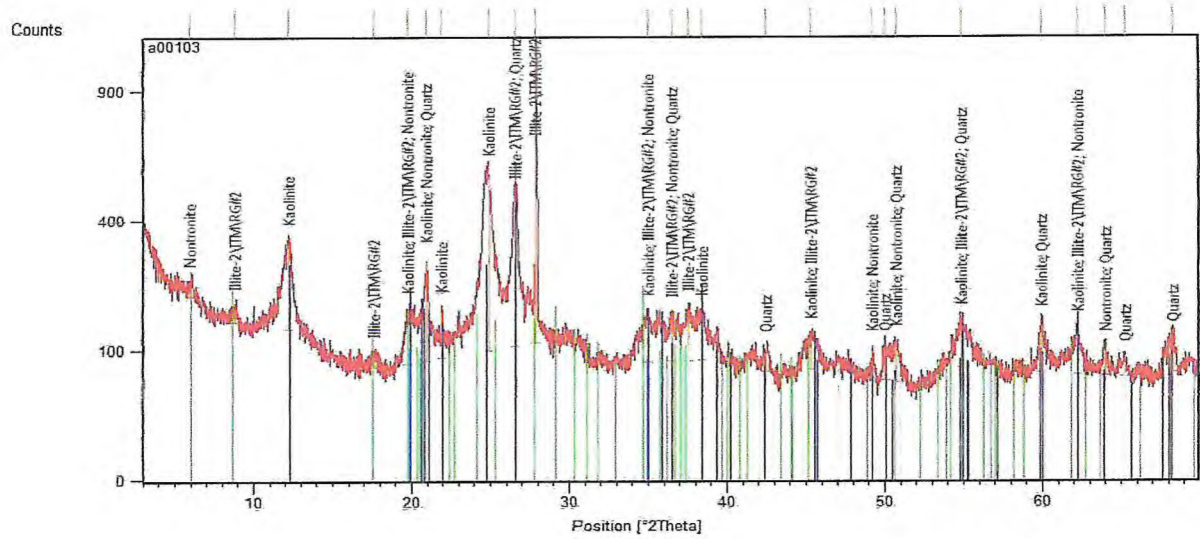
1		2		3		4	
Na2O	0,297	Na2O	0,3575	Na2O	0,4519	SiO2	70,5466
MgO	1,9896	MgO	2,2412	MgO	2,0834	Al2O3	15,2694
Al2O3	28,0289	Al2O3	27,5412	Al2O3	23,5628	TiO2	2,9526
SiO2	53,4551	SiO2	53,2948	SiO2	57,4829	Fe2O3	4,2654
P2O5	0,2179	P2O5	0	P2O5	0,2277	MgO	2,1322
SO3	0,0544	SO3	0	SO3	0	MnO	0,1409
Cl	0,0335	Cl	0	Cl	0	ZnO	0
K2O	3,1948	K2O	3,3395	K2O	3,8072	CaO	0,4166
CaO	0,9645	CaO	1,1289	CaO	1,5161	Na2O	0
TiO2	1,5267	TiO2	1,3475	TiO2	1,4282	K2O	3,97
Cr2O3	0,0501	Cr2O3	0	Cr2O3	0	SO3	0
MnO	0,0799	MnO	0,0589	MnO	0,108	P2O5	0,3027
Fe2O3	10,0684	Fe2O3	10,6641	Fe2O3	9,3319	SOMA	99,9964
ZnO	0,0394	ZnO	0,0263	ZnO	0		
SOMA	100,0002	SOMA	99,9999	SOMA	100,0001		

5		6		7	
SiO2	57,4829	SiO2	53,1132	SiO2	53,4751
Al2O3	23,5628	Al2O3	27,5412	Al2O3	28,0489
TiO2	1,4282	TiO2	1,34	TiO2	1,5467
Fe2O3	9,3319	Fe2O3	10,7691	Fe2O3	10,3684
MgO	2,0834	MgO	2,2412	MgO	1,9995
MnO	0,108	MnO	0,052	MnO	0,0999
ZnO	0	ZnO	0,02693	ZnO	0,0342
CaO	1,5161	CaO	1,0592	CaO	0,6
Na2O	0,4519	Na2O	0,35	Na2O	0,307
K2O	3,8072	K2O	3,4992	K2O	3,2473
SO3	0	SO3	0	SO3	0,0549
P2O5	0,2277	P2O5	0	P2O5	0,218
SOMA	100,0001	SOMA	99,99203	SOMA	99,9999

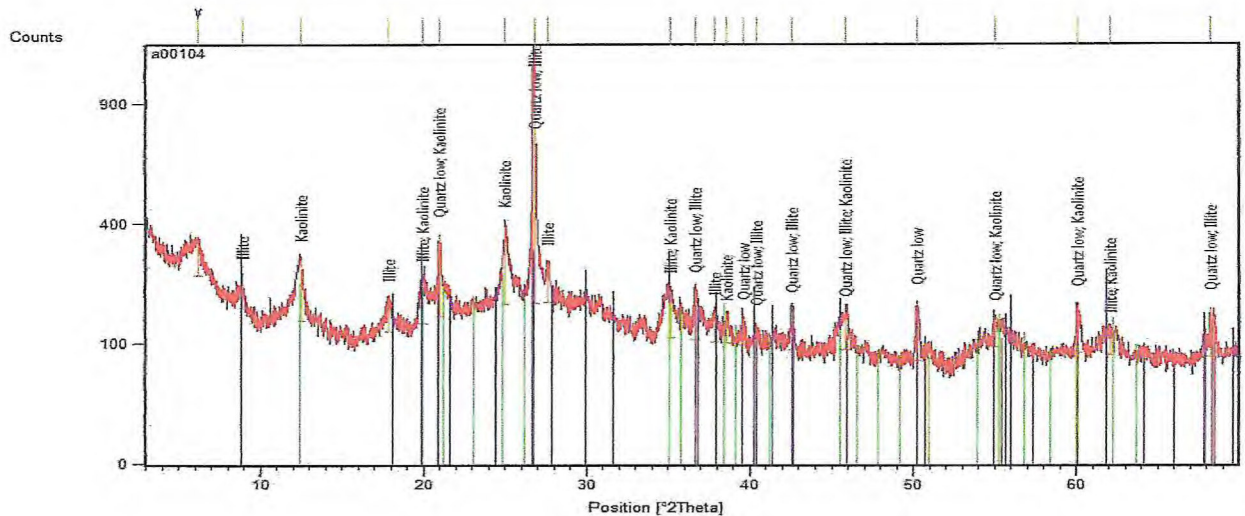
Os principais índices de óxido de ferro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) registrados na são de 10,0684%, 10,6641%, 9,3319%, 10,7691%, 10,3684%, demonstrando uma facilidade de obtenção de peças com coloração avermelhada em patamares de queima com temperaturas menores. Entretanto não são indicadas para utilização de cerâmicas aparentes ou telhas em áreas com alto índice de ataque de maresia, pois desta forma a reação do oxido de ferro pode provocar a formação de patologias nas peças a medio-longo prazo.



### Furo 3:



### Furo 4:



Os gráficos acima apresentam a mineralogia definida com base nas análises grandes teores de: Caulinita, Montmorillonita, Ilita, substâncias rica em  $Al_2SO_3$ , Onde quanto maior o teor de  $Al_2SO_3$  maior a quantidade de argilo-minerais.

## CONCLUSÃO

Os Trabalhos de Pesquisa Direta permitiram uma Cubagem da Reserva de 4.847.872 toneladas de argila, após uma redução de 20% do volume medido, considerando as impurezas e a presença de elementos terrestres prejudiciais na preparação da massa, para o processo produtivo da cerâmica vermelha.

As análises laboratoriais comprovam que a argila em questão é de excelente qualidade, sendo considerada própria para a fabricação de artefatos cerâmicos.

Para a determinação das proporções necessárias à formulação da massa cerâmica, foi necessária a realização de experimentos que definiram de forma adequada a variação nas propriedades associadas à composição, resultando num planejamento adequado para o uso racional das matérias-primas.

O uso do método gráfico aplicado na modelagem das misturas permitiu determinar os teores de  $AL_2O_3$  para ser utilizada como parâmetro de controle na preparação da massa cerâmica, de acordo com a matéria-prima e condições de fabricação. O teste foi feito com esse composto pois perante o resultado fornecido pela fluorescência, essa substância alcançou maiores teores.

A aplicação dos procedimentos aplicados neste trabalho, indicam uma importante contribuição relatados no plano proposto pode contribuir com a na melhoria do sistema produtivo do polo, substituindo a forma tradicional de preparar e permitindo a fabricação de produtos uniformes e padronizados.

Esta lavra apresenta teores satisfatórios de óxidos Fe sendo favorável a fabricação de tijolos, não sendo recomendada a produção de telhas aparentes, pois estas sofrem ataque de maresia junto aos óxidos de ferro originando reações químicas que desta forma podem provocar a formação de patologias nas peças a médio-longo prazo.

Em uma última análise, acredita-se que o tratamento dos dados e a aplicação das técnicas e método apresentados neste trabalho, contribuam para o melhor manuseio da matéria prima que ocorre neste polo cerâmico em função dos melhores entendimentos dos teores das substâncias e elementos químicos nela contida, além de uma clara representação do volume em modelagem 3D com a distribuição dos teores, e o preciso cálculo das reservas medidas.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALMEIDA, F. F. M. – 1969. Diferenciação Tectônica da Plataforma Brasileira. *In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia*, SBG, Salvador.
- ALMEIDA, F. F. M. Diferenciação Tectônica da Plataforma Brasileira. *In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia*, SBG, Salvador, 1969.
- BERTANI, R. T; COSTA, G. I; MATOS, R. D. M. Evolução Tectono-Sedimentar, estilo estrutural e hábitat do Petróleo na bacia Potiguar. *In: Origem e evolução de Bacias sedimentares*. GABLAGIA, G.P & MILANI, E>J. (Coords.) Petrobrás, 1990.
- BRASIL – MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA MINERAL**. DNPM. Brasília, 1985. Divisão de Fomento da Produção Mineral. 355 p. 94 il.
- CABRAL JÚNIOR, M. *et al.* **Argilas para cerâmica vermelha**. *In: Rochas e minerais industriais: usos específicos*. Rio de Janeiro: CETEM; MCT, 2005. P. 583-605.
- CAMPOS, M., BRAGA, A. P. G., MELLO, A. A., SOUZA, E. M., SILVA, F. A. F & FRANÇA, J. B. 1979. **Projeto Rio Jaguaribe**. Brasília. MME – DNPM – Série Geologia nº 4.149p.
- CASTRO, João Marcelo Rodrigues de. 2010 – **Projeto Argilas da Bacia Pimenta Bueno**. CPRM- Porto Velho.
- CAVALCANTE, A. A. – 2001. **Aspecto da Produção de Sedimentos e seus efeitos na Gestão dos Recursos Hídricos no Baixo Vale do Rio Jaguaribe – CE**. Dissertação de Mestrado. Fortaleza- CE.
- 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. Fortaleza - CE. 2001.
- CAVALCANTE, A. **Jardins Suspensos no Sertão**. Rev. Scientific American Brasil, Janeiro de 2005.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS-CPRM. Mapa geológico do Ceará. Escala 1:500.000. Meio digital. 2003
- CPRM, 2003. **Mapa Geológico do Estado do Ceará**. Escala 1:1.000.000. MME/DNPM.

CPRM. **Avaliação das potencialidades hídrica e mineral do médio-baixo Jaguaribe-Ce.** Programa Pacto das águas. Fortaleza, Ceará 2009.

DNPM, 1997. **Principais Depósitos Minerais do Brasil.** Coord. Schobbenhaus, C., Queiroz, E.T., Coelho, C. E. S., Brasília.

FILHO, Alexandre Carneiro. – 2011. **Elaboração das Seções Geológicas. Projeto de Mapeamento Geológico da Reserva de Argila do Município de Russas e Parte do Município de Jaguaruana, Quixeré e Limoeiro do Norte, Estado do Ceará.**

GOMES, C. de S. F. **Argilas: aplicações na indústria.** Aveiro: C. Gomes, 2002. 337p.

LIMA, Raimundo Humberto Cavalcante. 2010. **Preparação e Controle de Massas para o APL de Cerâmica Vermelha de Russas – Ceará.** Banco do Nordeste do Brasil.

MAIA, Rubson Pinheiro. - 2005 **Planície fluvial do rio Jaguaribe: evolução Geomorfológica, ocupação e análise ambiental.** Dissertação de Mestrado, Fortaleza Ceará.

MARANHÃO, R.J.L. – 1989 - **Introdução a Pesquisa Mineral.** Fortaleza. BNB/ETENE. 4ª Edição. 680 p. Ilust.

OLIVA, L. A. 1985 - **Métodos e Técnicas de Pesquisa Mineral.** Divisão de Fomento da Produção Mineral. DNPM Brasília/DF, 355 p.

OLIVA, L. A. 1988 – **Relatório Final de Pesquisa. Divisão de Fomento da Produção Mineral.** DNPM Brasília/DF, 18 p.

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

SANTOS, Pêrsio de Sousa. 1975. **Tecnologia de Argilas.** Edgard Blücher, USP. v.I.



**ANEXOS**  
**(Planilhas descritivas e ilustrativas dos furos de sondagens)**

PROF. (M)	PERFIL LITOLÓGICO	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
0,25 0,5 0,75 1,0 1,25 1,5 1,75 2,0 2,25 2,5 2,75 3,0 3,25 3,5 3,75 4,0 4,25 4,5 4,75 5,0 5,25 5,5 5,75 6,0 6,25 6,5 6,75 7,0 7,25 7,5 7,75 8,0 8,25 8,5 8,75 9,0 9,25 9,5 9,75 10,0 10,25 10,5		<p>ARGILA DE COR CINZA ESCURO, BOA PLASTICIDADE, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA, APROXIMADAMENTE 15% A 20% DE SÍLICA MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS</p> <p>ARGILA DE COR CINZA ESCURO A ACASTANHADO, INTERESTRATIFICADA, NÍVEIS LATERÍTICOS, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA, FRAÇÃO ARENOSA MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS, FRAGMENTOS DE ATÉ 1,5 CM EM DIREÇÃO AO TOPO</p> <p>ARGILA SILTO ARENOSA DE COR CASTANHO CLARO, INTERESTRATIFICADA, NÍVEIS LATERÍTICOS, PRESENÇA DE MUSCOVITA, FRAÇÃO ARENOSA FINA A MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS</p> <p>ARGILA ARENOSA DE COR CINZA, NÓDULOS LATERÍTICOS, PRESENÇA DE MUSCOVITA, FRAÇÃO ARENOSA FINA A MUITO FINA, GRÃOS BEM ARREDONDADOS</p> <p>ARGILA ARENOSA DE COR VERDE, BASTANTE MUSCOVITA, FRAÇÃO ARENOSA MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS</p>
OBSERVAÇÕES:		GEÓLOGO RESPONSÁVEL:
ATINGIU LENÇOL FREÁTICO		_____

PROF. (m)	PERFIL LITOLÓGICO	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
0,25 0,5 0,75 1,0		ARGILA DE COR CINZA CLARO, APROXIMADAMENTE 5% DE SÍLICA MUITO FINA, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA, AMOSTRAGEM GRANULAR
1,25 1,5 1,75 2,0 2,25 2,5 2,75 3,0 3,25 3,5		ARGILA ARENOSA DE COR CASTANHO, INTERESTRATIFICADA, PRESENÇA DE NÓDULOS OU CONCREÇÕES DE ARGILA, FRAÇÃO ARENOSA FINA, GRÃOS ARREDONDADOS
3,75 4,0 4,25 4,5 4,75 5,0 5,25 5,5		ARGILA DE COR CINZA CHUMBO, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA, ALTA PLASTICIDADE, APROXIMADAMENTE 5% DE SÍLICA
5,75 6,0 6,25 6,5 6,75 7,0 7,25 7,5 7,75 8,0 8,25 8,5 8,75 9,0		ARGILA DE COR VERDE ACINZENTADO, ALTA PLASTICIDADE, SEDOSA AO TATO, ALTA MOBILIDADE, FORTE OCORRÊNCIA DE MUSCOVITA
9,25 9,5 9,75 10,0 10,25 10,5		
OBSERVAÇÕES:		GEÓLOGO RESPONSÁVEL:  _____



PROF. (m)	PERFIL LITOLÓGICO	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
0,25 0,5 0,75 1,0		ARGILA ARENOSA DE COR CINZA CLARO, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA, FRAÇÃO ARENOSA FINA A MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS
1,25 1,5 1,75 2,0 2,25 2,5 2,75 3,0 3,25 3,5		ARGILA ARENOSA DE COR CREME SAFARI, PRESENÇA DE MICA (MUSCOVITA), MATÉRIA ORGÂNICA, FRAÇÃO ARENOSA FINA A MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS
3,75 4,0 4,25 4,5 4,75 5,0 5,25 5,5		ARGILA ARENOSA DE COR CASTANHO CLARO A CINZA ESVERDEADO, INTERESTRATIFICADA, NÍVEIS LATERÍTICOS, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA, FRAÇÃO ARENOSA FINA, GRÃOS ARREDONDADOS
5,75 6,0 6,25 6,5 6,75 7,0 7,25 7,5 7,75 8,0 8,25 8,5 8,75 9,0 9,25 9,5 9,75 10,0 10,25 10,5		
OBSERVAÇÕES:		GEÓLOGO RESPONSÁVEL:  _____

PROF. (m)	PERFIL LITOLÓGICO	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
0,25 0,5 0,75 1,0 1,25 1,5 1,75 2,0		ARGILA DE COR CINZA CHUMBO, ALTA PLASTICIDADE, SEDOSA AO TATO, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA
2,25 2,5 2,75 3,0 3,25 3,5 3,75		ARGILA DE COR MARROM, INTERESTRATIFICADA, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA, FRAÇÃO ARENOSA MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS, APROXIMADAMENTE 5% DE SÍLICA, BOA PLASTICIDADE
4,0 4,25 4,5 4,75 5,0 5,25 5,5 5,75 6,0 6,25 6,5 6,75		ARGILA DE COR CINZA, BOA PLASTICIDADE, APROXIMADAMENTE 15% A 10% DE SÍLICA FINA A MUITO FINA, NÍVEIS LATERÍTICOS
7,0 7,25 7,5 7,75 8,0 8,25 8,5 8,75		ARGILA DE COR CINZA, ALTA PLASTICIDADE, SEDOSA AO TATO, BASTANTE MUSCOVITA
9,0 9,25 9,5 9,75 10,0 10,25 10,5		
OBSERVAÇÕES:		GEÓLOGO RESPONSÁVEL:  _____

PROF. (M)	PERFIL LITOLÓGICO	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
0,25 0,5 0,75 1,0 1,25 1,5 1,75 2,0 2,25 2,5 2,75		ARGILA DE COR CINZA, ALTA PLASTICIDADE, SEDOSA AO TATO, BRILHO SEDOSO, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA, APROXIMADAMENTE 15% DE SÍLICA MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS A SUB ARREDONDADOS
3,0 3,25 3,5 3,75 4,0 4,25 4,5 4,75 5,0		ARGILA ARENOSA DE COR CINZA A MARROM CLARO, INTERESTRATIFICADA, NÍVEIS LATERÍTICOS, FRAÇÃO ARENOSA FINA A MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS, ALTA PLASTICIDADE
5,25 5,5 5,75 6,0		ARGILA DE COR CINZA ESVERDEADO, INTERESTRATIFICADA, NÍVEIS LATERÍTICOS, PRESENÇA DE MUSCOVITA, MATERIA ORGÂNICA APROXIMADAMENTE 5% DE SÍLICA MUITO FINA
6,25 6,5 6,75 7,0		GRADANDO PARA AREIA ARGILOSA DE COR CINZA AZULADO EM DIREÇÃO A BASE ATINGINDO LENÇOL FREÁTICO, APRESENTA LEVE ONDA/ FRAÇÃO ARENOSA MÉDIA, GRÃOS ARREDONDADOS, BASTANTE MICA
7,25 7,5 7,75 8,0 8,25 8,5 8,75 9,0 9,25 9,5 9,75 10,0 10,25 10,5		
OBSERVAÇÕES:		GEÓLOGO RESPONSÁVEL:  _____

PROF. (m)	PERFIL LITOLÓGICO	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
0,25 0,5 0,75 1,0 1,25 1,5 1,75 2,0 2,25		ARGILA DE COR CINZA, ALTA PLASTICIDADE, SEDOSA AO TATO, BRILHO SEDOSO, SEDOSA AO TATO, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA, PRESENÇA DE FRAGMENTOS LÍTICOS DE ATÉ 1,5 CM EM DIREÇÃO A BASE, AMOSTRAGEM GRANULAR
2,5 2,75 3,0		ARGILA DE COR CINZA A MARRON CLARO, INTERESTRATIFICADA, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA, ALTA PLASTICIDADE, SEDOSA AO TATO, BRILHO SEDOSO, APROXIMADAMENTE 5% DE SÍLICA MUITO FINA, MINERAIS ALTERADOS FERRO MAGNESIANOS, CONCREÇÕES E NÓDULOS CARBONÁTICOS EM DIREÇÃO A BASE
3,25 3,5 3,75 4,0 4,25 4,5		SOLO SILTO ARGILOSO DE COR CREME, PRESENÇA DE MUSCOVITA, FRAÇÃO ARENOSA MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS, NÍVEIS LATERÍTICOS
4,75 5,0 5,25 5,5 5,75 6,0 6,25 6,5		ARGILA DE COR CINZA ESVERDEADO, INTERESTRATIFICADA EM DIREÇÃO AO TOPO, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA, MUSCOVITA, APROXIMADAMENTE 10% A 15% DE SÍLICA MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS
6,75 7,0 7,25 7,5 7,75 8,0 8,25 8,5 8,75 9,0 9,25 9,5 9,75 10,0 10,25 10,5		
OBSERVAÇÕES:		GEÓLOGO RESPONSÁVEL:  _____



Fm(OF. (m)	PERFIL LITOLÓGICO	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
0,25 0,5 0,75 1,0		ARGILA DE COR CINZA ESBRANQUIÇADO, FRAÇÃO ARENOSA MUITO FINA, SOLO EXTREMAMENTE DESIDRATADO
1,0 1,25 1,5 1,75 2,0 2,25 2,5 2,75 3,0 3,25 3,5 3,75 4,0 4,25 4,5 4,75 5,0		ARGILA ARENOSA DE COR AMARELADA, PRESENÇA DE MUSCOVITA, MANCHAS LATERÍTICAS, FRAÇÃO ARENOSA MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS, AMOSTRAGEM GRANULAR
5,0 5,25 5,5		SOLO ARENO ARGILOSO DE COR AMARELADA
5,5 5,75 6,0 6,25 6,5 6,75 7,0 7,25 7,5 7,75 8,0 8,25 8,5 8,75 9,0		ARGILA ARENOSA DE COR CINZA, NÍVEIS LATERÍTICOS, MUSCOVITA, APROXIMADAMENTE 15% DE SÍLICA, BOA PLASTICIDADE
9,0 9,25 9,5 9,75 10,0 10,25 10,5		
OBSERVAÇÕES:		GEÓLOGO RESPONSÁVEL:  _____

PROF. (m)	PERFIL LITOLÓGICO	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
0,25 0,5 0,75 1,0 1,25 1,5		ARGILA DE COR CINZA CHUMBO, ALTA PLASTICIDADE, SEDOSO AO TATO, BRIHLO SEDOSO, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA.
1,75 2,0 2,25 2,5 2,75 3,0 3,25 3,5 3,75 4,0 4,25 4,5 4,75		ARGILA DE COR CINZA ESCURO, COM TONS MARRONS, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA, ALTA PLASTICIDADE, SEDOSO AO TATO, APROXIMADAMENTE 10% DE SÍLICA MUITO FINA.
5,0		SOLO ARGILO ARENOSO DE COR CINZA A MARROM, INTERESTRATIFICADO, NÍVEIS LATERÍTICOS, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA, FRAÇÃO ARENOSA FINA A MUITO FINA, GRÃOS ANGULOSOS
5,25 5,5 5,75		SOLO ARGILO ARENOSO DE COR CINZA AZULADO, PRESENÇA DE MUSCOVITA EM ABUNDÂNCIA FRAÇÃO ARENOSA FINA, GRÃO ARREDONDADOS.
6,0 6,25 6,5 6,75 7,0 7,25 7,5 7,75 8,0 8,25 8,5 8,75 9,0 9,25 9,5 9,75 10,0 10,25 10,5		
OBSERVAÇÕES:  ATINGIU O LENÇOL FREÁTICO		GEÓLOGO RESPONSÁVEL:  _____

PROF. (m)	PERFIL LITOLÓGICO	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
0,25 0,5 0,75 1,0 1,25 1,5 1,75 2,0 2,25 2,5 2,75		ARGILA DE COR CINZA CHUMBO, ALTA PLASTICIDADE, SEDOSA AO TATO, BRILHO SEDOSO, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA
3,0 3,25 3,5 3,75 4,0 4,25 4,5 4,75 5,0		ARGILA DE COR CINZA A MARROM CLARO, INTERESTRATIFICADA, FAIXAS LATERÍTICAS, TEOR DE SÍLICA TENTE A AUMENTAR EM DIREÇÃO A BASE, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA
5,25 5,5		ARGILA ARENOSA DE COR AMARELADA, INTERESTRATIFICADA, NÍVEIS LATERÍTICOS, PRESENÇA DE MUSCOVITA, FRAÇÃO ARENOSA FINA AMUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS
5,75 6,0 6,25 6,5 6,75 7,0 7,25 7,5 7,75 8,0 8,25 8,5 8,75 9,0 9,25 9,5 9,75 10,0 10,25 10,5		
OBSERVAÇÕES:		GEÓLOGO RESPONSÁVEL:  _____

PROF. (m)	PERFIL LITOLÓGICO	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
0,25 0,5 0,75 1,0 1,25 1,5		ARGILA DE COR CINZA, ALTA PLASTICIDADE, SEDOSA AO TATO, PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA, APROXIMADAMENTE 5% A 10% DE SÍLICA MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS
1,75 2,0 2,25		ARGILA ARENOSA DE COR MARROM, BOA PLASTICIDADE, FRAÇÃO ARENOSA MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS, NÍVEIS LATERÍTICOS, MINERAIS FERRO MAGNESIANOS EM ALTO GRAU DE ALTERAÇÃO
2,5 2,75 3,0 3,25 3,5 3,75		ARGILA SILTO ARENOSA DE COR MARROM CLARO AMARELADO INTERESTRATIFICADA, NÍVEIS LATERÍTICOS, PRESENÇA DE MUSCOVITA, FRAÇÃO ARENOSA FINA A MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS A SUB ARREDONDADOS
4,0 4,25 4,5		ARGILA SILTO ARENOSA DE COR CASTANHO CLARO ESBRANQUIÇADO, NÍVEIS LATERÍTICOS, PRESENÇA DE MUSCOVITA, FRAÇÃO ARENOSA FINA, GRÃOS ARREDONDADOS
4,75 5,0 5,25 5,5		ARGILA ARENOSA DE COR CINZA A CASTANHO INTERESTRATIFICADA, NÍVEIS LATERÍTICOS, FRAÇÃO ARENOSA FINA A MUITO FINA, GRÃOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS FRAÇÃO ARENOSA MUITO FINA, PRESENÇA DE MICA, GRÃOS ANGULOSOS A SUB ANGULOSOS
5,75 6,0 6,25 6,5 6,75 7,0		ARGILA DE COR CINZA ESVERDEADO, NÍVEIS LATERÍTICOS, NÓDULOS LATERÍTICOS, MUSCOVITA, ALTA PLASTICIDADE, SEDOSA AO TATO
7,25 7,5 7,75 8,0		ARGILA DE COR ESVERDEADA, ALTA PLASTICIDADE, SEDOSA AO TATO, MUSCOVITA EM ABUNDÂNCIA, FRAÇÃO ARENOSA MUITO FINA APROXIMADAMENTE 5% A 10%,
8,25 8,5 8,75 9,0 9,25 9,5 9,75 10,0 10,25 10,5		
OBSERVAÇÕES:		GEÓLOGO RESPONSÁVEL:  _____

DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	
0,25 0,5 0,75 1,0 1,25 1,5 1,75 2,0 2,25 2,5 2,75 3,0 3,25 3,5 3,75 4,0 4,25 4,5 4,75 5,0 5,25 5,5 5,75 6,0 6,25 6,5 6,75 7,0 7,25 7,5 7,75 8,0 8,25 8,5 8,75 9,0 9,25 9,5 9,75 10,0 10,25 10,5	<p>ARGILA DE COR CINZA ESCURO, ALTA PLASTICIDADE, SEDOSA AO TATO, PRESEÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA, FRAÇÃO ARENOSA MUITO FINA, MENOS DE 5%</p> <p>ARGILA SILTO ARENOSA DE COR AMARELADO, INTERESTRATIFICADA, FAIXAS LATERÍTICAS, PRESEÇA DE MUSCOVITA, FRAGMENTOS OU CONCREÇÕES ARENÍTICAS DE ATÉ 0,5 CM, FRAÇÃO ARENOSA FINA A MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS</p> <p>SOLO SILTO ARENOSO DE COR CREME ESBRANQUIÇADO, PRESEÇA DE MUSCOVITA, FRAÇÃO ARENOSA MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS</p> <p>ARGILA ARENOSA DE COR CASTANHO, FRIÁVEL, FRAÇÃO ARENOSA FINA, PRESEÇA DE MUSCOVITA, GRÃOS BEM ARREDONDADOS (MICA OU SULFATOS)</p> <p>ARGILA ARENOSA DE COR MARROM, CONCREÇÕES ARGILOSAS DE COR CINZA, PRESEÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA, FRAÇÃO ARENOSA FINA, GRÃOS BEM ARREDONDADOS</p> <p>ARGILA ARENOSA DE COR CINZA A MARROM, INTERESTRATIFICADA, NÍVEIS OU LEITOS ARENÍTICOS, LATERÍTICOS INTERCALADOS COM NÍVEIS ARGILOSOS, FRAÇÃO ARENOSA MUITO FINA, GRÃOS ARREDONDADOS, PRESEÇA DE MUSCOVITA</p> <p>ARGILA DE COR ESVERDEADA, ALTA PLASTICIDADE, SEDOSA AO TATO, PRESEÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA, INCLUSÕES LATERÍTICAS, APROXIMADAMENTE 10% DE SÍLICA FINA, GRÃOS ARREDONDADOS,</p>
OBSERVAÇÕES:	GEÓLOGO RESPONSÁVEL:  _____