



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

PROURB/RH

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS

PROGERIRH

PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS

EIXO DE INTEGRAÇÃO JAGUARIBE - ICAPUÍ

RELATÓRIO PRELIMINAR - 1

FORTALEZA

OUTUBRO / 1999

JAAKKO PÖYRY



RELATÓRIO PRELIMINAR - 1



ÍNDICE

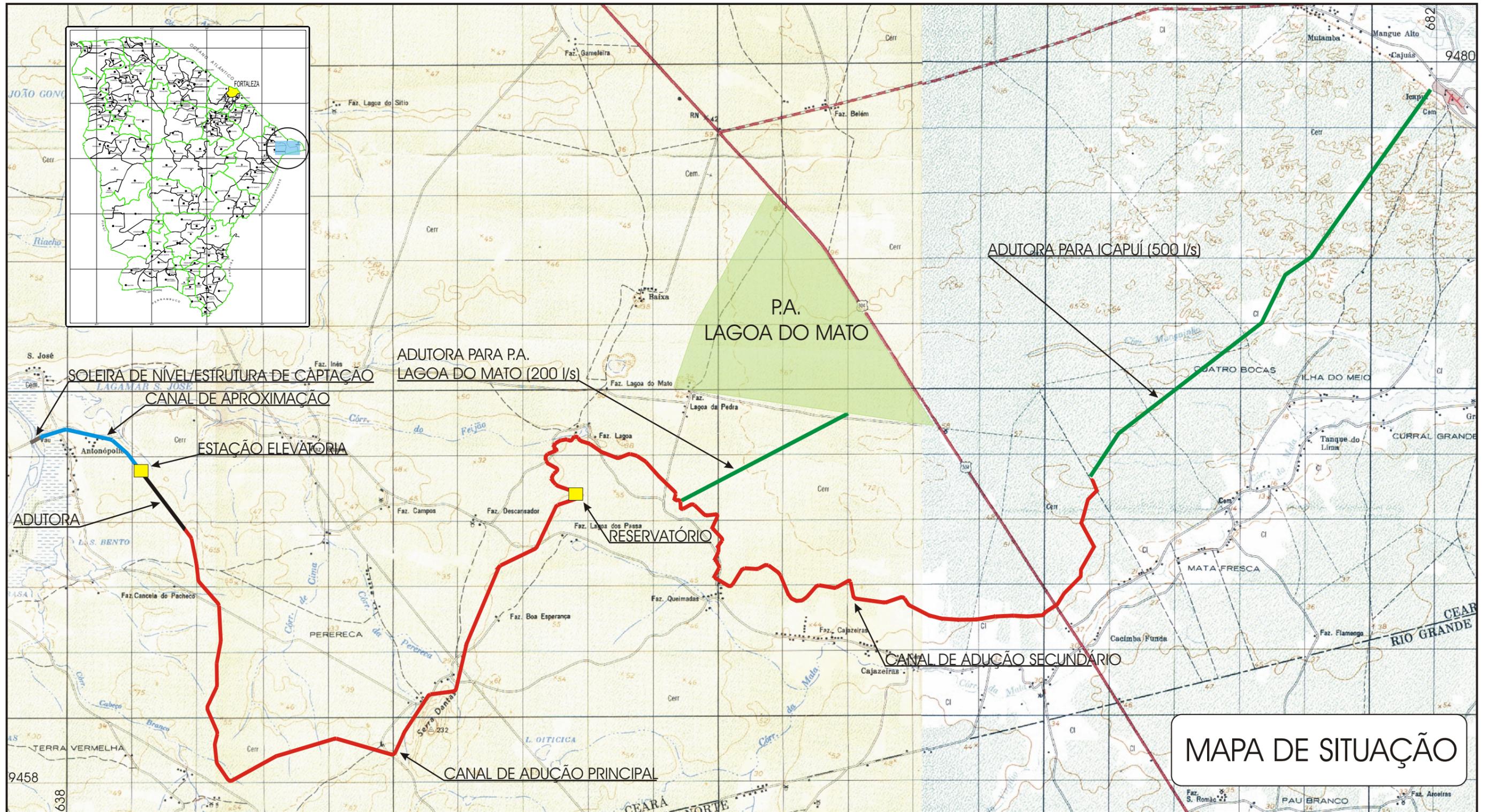
ÍNDICE

MAPA DE SITUAÇÃO	5
1 - INTRODUÇÃO	7
1.1 - APRESENTAÇÃO	8
1.2 - DELIMITAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO	8
2 - ASPECTOS CLIMÁTICOS.....	11
2.1 - CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA	12
2.2 - PRINCIPAIS PARÂMETROS ESTUDADOS.....	12
2.2.1 - Temperatura.....	12
2.2.2 - Umidade Relativa.....	14
2.2.3 - Insolação Média.....	14
2.2.4 - Evaporação média.....	15
2.3 - CLASSIFICAÇÃO DO CLIMA.....	15
2.3.1 - Segundo Köeppen.....	16
2.3.2 - Segundo Thornthwaite.....	16
3 - SOLOS	17
3.1 - INTRODUÇÃO	18
3.2 - DESCRIÇÃO DAS UNIDADES MAPEADAS.....	18
3.3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
4 - GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	25
4.1 - GEOMORFOLOGIA GERAL DA REGIÃO	26
4.2 - GEOLOGIA GERAL	29
4.2.1 - Grupo Apodi.....	29
4.2.1.1 - Formação Açú (KISaa)	29
4.2.2 - Grupo Barreiras	32
4.2.2.1 - Grupo Barreiras Indiviso (TQb).....	32
4.2.2.2 - Formação Faceira (TQbf)	35
4.2.3 - Sedimentos Litorâneos (QHe).....	36
4.2.4 - Aluviões (QHa).....	38

5 - ESTUDOS PRELIMINARES DE ALTERNATIVAS DO SISTEMA DE ADUÇÃO....	40
5.1 - INTRODUÇÃO	41
5.2 - CRITÉRIOS ADOTADOS	41
5.3 - ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS PRELIMINARES.....	43
5.4 - DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS	44
5.4.1 - Alternativa A.....	44
5.4.2 - Alternativa B.....	45
5.4.3 - Alternativa C.....	45
5.4.4 - Alternativa D.....	46
5.5 - CONCLUSÕES	47
6 - ESTUDO PRELIMINAR DA QUALIDADE DA ÁGUA	49
6.1 - INTRODUÇÃO	50
6.2 - APRESENTAÇÃO DOS DADOS.....	50



MAPA DE SITUAÇÃO



MAPA DE SITUAÇÃO



1 - INTRODUÇÃO

1.1 - APRESENTAÇÃO

Este documento se constitui no Relatório Preliminar – 1, o qual faz parte do escopo dos documentos a serem apresentados no âmbito do contrato N° 05/PROURB-RH/SRH/CE/98 firmado entre o Consórcio integrado pelas empresas de Consultoria Jaakko Pöyry Engenharia Ltda JPE e AGUASOLOS Consultora de Engenharia Ltda, e a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, cujo objeto é a **Elaboração dos Estudos de Economia, Meio Ambiente e Sócio-Econômica e dos Projetos de Engenharia das Obras de Integração do Eixo Jaguaribe – Icapui**.

Este eixo de transferência, escolhido como o Projeto Piloto do PROGERIHR – Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – abrange áreas de três municípios da região nordeste do estado, Jaguaruana, Aracati e Icapui. O sistema de transferência de água deste eixo é constituído basicamente de uma captação no Rio Jaguaribe e uma adução em canal até a nascente de um pequeno afluente do córrego Mata Fresca, córrego este que com sua perenização beneficiará às áreas marginais em todo o seu traçado.

Este relatório, em atendimento aos Termos de Referência dos estudos, objetiva apresentar os serviços desenvolvidos nos primeiros trinta dias dos trabalhos, sendo constituído, além desta introdução, pelos seguintes capítulos:

- Aspectos Climáticos;
- Solos;
- Geologia e Geomorfologia;
- Estudos Preliminares de Alternativas do Sistema de Adução;
- Estudo Preliminar da Qualidade da Água.

1.2 - DELIMITAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

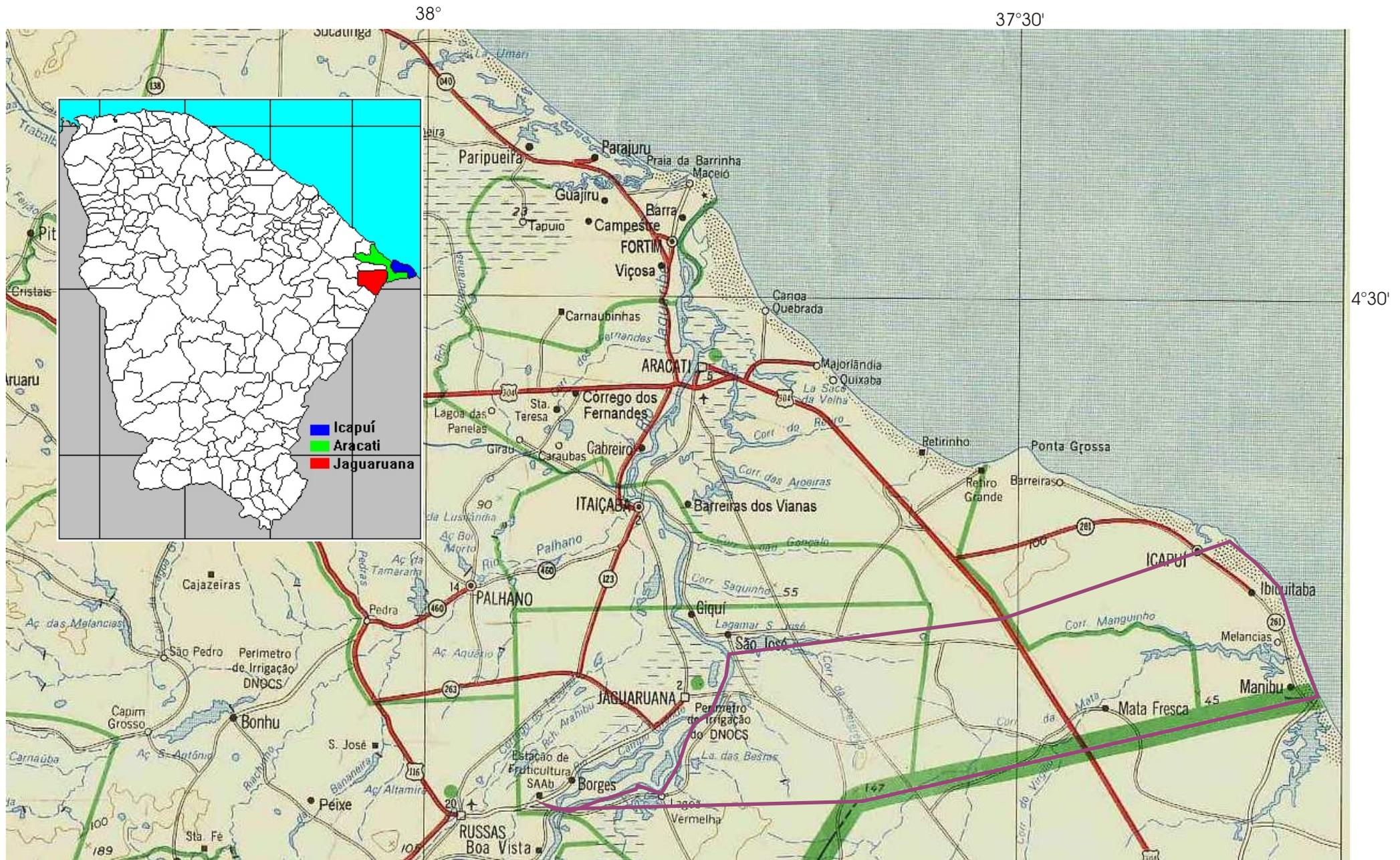
A área em estudo compreende uma área geográfica com cerca de 1.900 km², localizada na região nordeste do estado do Ceará, delimitada pelo polígono de

coordenadas: 4° 45' e 5° 00' de latitude sul e 37° 15' e 37° 55' de longitude oeste de GR.

Abrange terras dos municípios de Jaguaruana, Aracati e Icapui, ao longo do sistema adutor e do córrego Mata Fresca, conforme pode-se observar através da **Figura 1.1**.

As localidades, que poderão ser beneficiadas com o eixo de integração, são as seguir discriminadas, por municípios:

- Jaguaruana: Açude João Coelho e Serra Dantas;
- Aracati: Fazenda Queimadas (Projeto de Assentamento do INCRA – “P.A. Campos Verdes”), Cajazeiras, Cacimba Funda, Mata Fresca, Tanque de Lima, Ilha do Meio e Curral Grande;
- Icapui: Gravier, Córrego do Sol, Barrinha, Manibu, Bebe Água, Guajiru, Ninho da Ema, Peixe Gordo, Lagoa do Junco e Arrombado.



FONTE. IPLANCE, 1994

ESCALA: 1:500.000

FIGURA 1.1 - DELIMITAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

2 - ASPECTOS CLIMÁTICOS

2.1 - CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA

O estudo climatológico aqui desenvolvido apresenta, de forma preliminar, dados da região associada ao eixo de transposição Jaguaribe - Icapui. O clima da Região pode ser visto segundo duas condições. Primeiramente a parte mais litorânea que poderia ser representada pelas condições de Aracati ou Fortaleza. Em segundo lugar tem-se a região mais próxima a Russas onde o clima já pode apresentar uma transição para as condições do Sertão. Infelizmente não existe um posto climatológico mais representativo dessa transição. Nesse primeiro relatório, optou-se por utilizar os dados de Fortaleza, por apresentarem séries mais longas e de maior confiabilidade.

Por ocasião do estudo detalhado, a coleta de dados será complementada e a análise abordará ambas as condições: a litorânea propriamente dita e a área de transição entre Sertão e Litoral.

2.2 - PRINCIPAIS PARÂMETROS ESTUDADOS

No presente relatório foram analisados dados relativos a: temperatura, umidade relativa e insolação. Grande parte dessas grandezas devem apresentar valores próximos em Fortaleza e na área do Projeto. Podem ser esperadas algumas pequenas variações em termos de evaporação e velocidade dos ventos que serão avaliadas no relatório final.

2.2.1 - Temperatura

A distribuição temporal das temperaturas diárias mostra pequenas variações para os três pontos discretos de monitoramento (12:00; 18:00 e 24:00 TMG - Tempo Médio de Greenwich), sendo tais flutuações processadas, sob uma visão contínua no tempo, com pequenos gradientes. A temperatura média compensada é obtida por ponderação entre as temperaturas observadas nas estações meteorológicas T_{12} e T_{24} TMG, T_{MAX} e T_{MIN} do dia, pela seguinte fórmula estabelecida pela OMM (Organização Meteorológica Mundial) :

$$T_{\text{comp}} = \frac{T_{12} + 2.T_{24} + T_{\text{MAX}} + T_{\text{MIN}}}{5}$$

onde, T_{comp} - Temperatura média compensada

T_{12} - Temperatura observada às 12:00 TMG

T_{24} - Temperatura observada às 24:00 TMG

T_{MAX} - Temperatura máxima do dia

T_{MIN} - Temperatura mínima do dia

A temperatura compensada apresenta uma pequena amplitude anual de 1,6 °C, entre os meses de julho (25,7 °C) e dezembro ou janeiro (27,3 °C). As médias máximas e mínimas extremas ocorrem respectivamente nos meses de novembro e dezembro (30,7 °C) e Junho (22,1 °C). (Quadro 2.1 e Figura 2.1).

Quadro 2.1 - Temperaturas Máximas, Mínimas e Compensadas (°C) na Estação de Fortaleza

MÉDIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Máxima	30,5	30,1	29,7	29,7	29,1	29,6	29,5	29,1	29,2	30,5	30,7	30,7
Comp.	27,3	26,7	26,3	26,5	26,3	25,9	25,7	26,1	26,6	27,0	27,2	27,3
Mínima	24,7	23,2	23,8	23,4	23,4	22,1	21,8	22,8	23,4	24,5	24,4	24,6

FONTE: Normais Climatológicas - INEMET (1991)

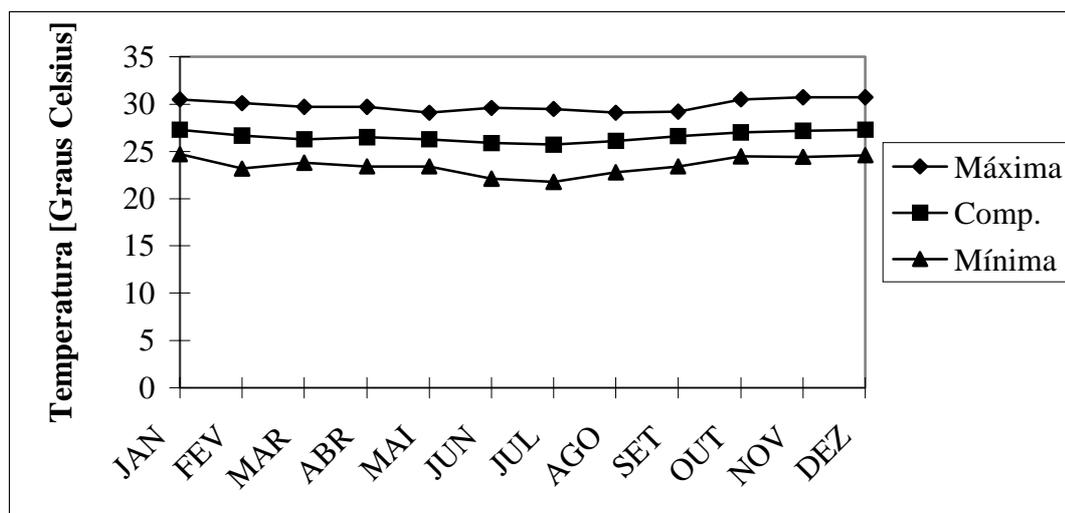


Figura 2.1 - Temperaturas Máximas, Mínimas e Médias Compensadas na Estação de Fortaleza

2.2.2 - Umidade Relativa

A umidade relativa média varia de uma máximo de 85% em abril a um mínimo de 73% em outubro, ocasionando uma amplitude de 12%. (Quadro 2.2) . Esses altos valores resultam da proximidade com o Oceano que se constitui na principal fonte de umidade.

Quadro 2.2 - Umidade Relativa na Estação de Fortaleza

MÉDIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
%	78	79	84	85	82	80	80	75	74	73	74	76

FONTE: INEMET (1991)

2.2.3 - Insolação Média

O Quadro 2.3 e a Figura 2.2 mostram, respectivamente, o número de horas de exposição no local da estação de Fortaleza e sua distribuição mensal. O trimestre fevereiro/março/ abril, apresenta os menores valores devido ser o trimestre mais chuvoso, caracterizando um maior albedo.

Quadro 2.3 - Insolação Média Mensal na Estação de Fortaleza

MÉDIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
horas	216	175	148	153	209	240	263	169	283	296	283	257

FONTE: INEMET (1991)

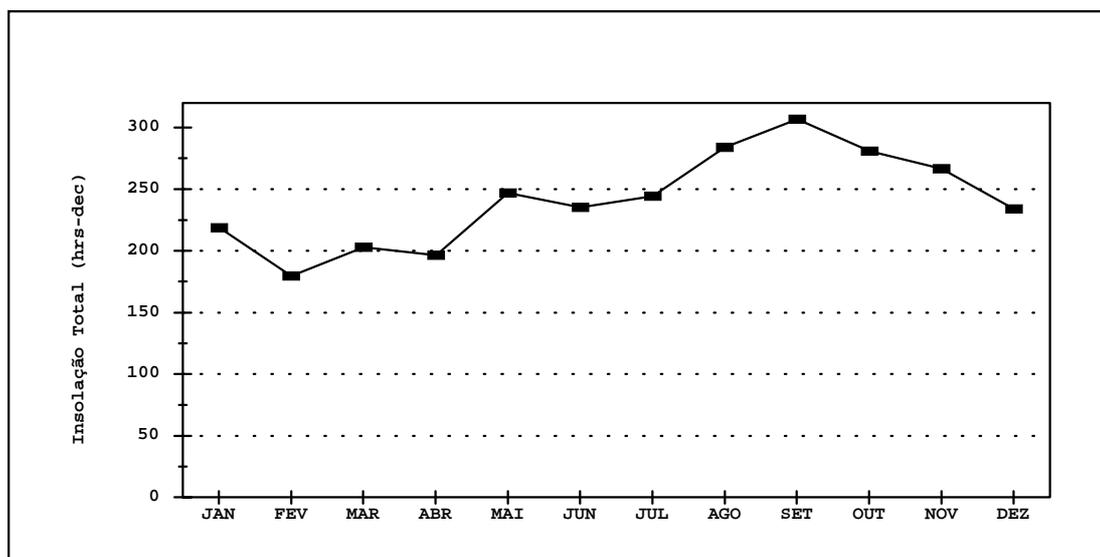


Figura 2.2-Insolação Média na estação de Fortaleza

2.2.4 - Evaporação média

A evaporação anual observada em tanque-tipo classe “A” é de 1469 mm, distribuída ao longo dos meses segundo o Quadro 2.4 e Figura 2.3. O trimestre que apresenta os maiores valores de evaporação corresponde a setembro/outubro/novembro, ocorrendo o máximo em outubro (173,5 mm) e o mínimo de 68 mm em abril.

Quadro 2.4 - Evaporação Média na Estação de Fortaleza

MÉDIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
mm	120	96	72	68	85	95	118	152	168	174	168	154

FONTES: INEMET (1991)

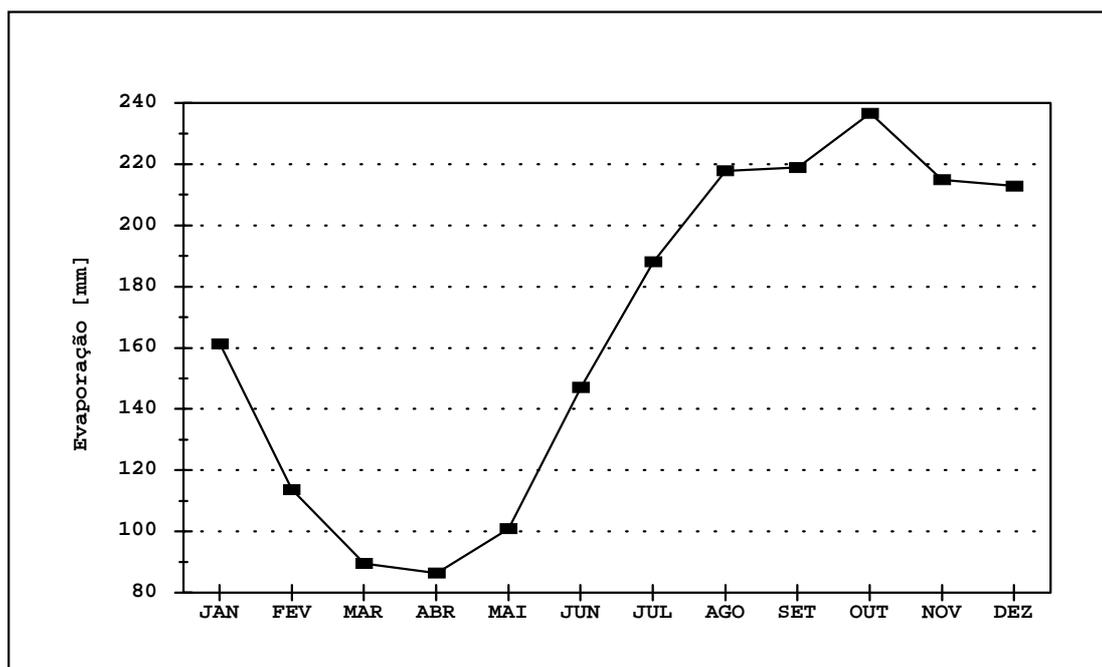


Figura 2.3 - Evaporação Média na estação de Fortaleza

2.3 - CLASSIFICAÇÃO DO CLIMA

Apresenta-se a classificação Climática segundo Köeppen e segundo Thornthwaite. Utilizaram-se os dados de Fortaleza que representam bem o clima na área do Projeto.

2.3.1 - Segundo Köeppen

Segundo Köeppen existem cinco zonas diferentes de clima na terra, associadas a valores de temperatura e precipitação de acordo com a vegetação.

De acordo com esta classificação, a região do estudo encontra-se classificada como Zona de Climas Secos, tipo B. As chuvas são classificadas como do tipo Bwx', uma vez que a distribuição temporal da precipitação da área abrangem o verão e o outono. O clima, segundo o aspecto térmico, é do tipo muito quente , ou megatérmico.

2.3.2 - Segundo Thornthwaite

Segundo esta classificação, o elemento determinante do clima é a evapotranspiração, além da característica pluviométrica e térmica. Os dados para a área de estudo, mostram um clima úmido; tipo B1, com índice de umidade variando entre 20% e 40%; sub-tipo S2, com índice de aridez superior a 33%; tipo A', megatérmico e sub-tipo a', baixa variação estacional (B1S2A'a').



3 - SOLOS

3.1 - INTRODUÇÃO

A primeira parte dos estudos pedológicos prevista no termo de referência, compreende a foto-interpretação pedológica da área a ser estudada.

O Consórcio procedeu então este estudo em uma faixa de 3 km para cada lado dos traçados alternativos do sistema adutor, bem como ao longo do córrego da Mata Fresca, desde a lagoa dos Passa até a sua foz.

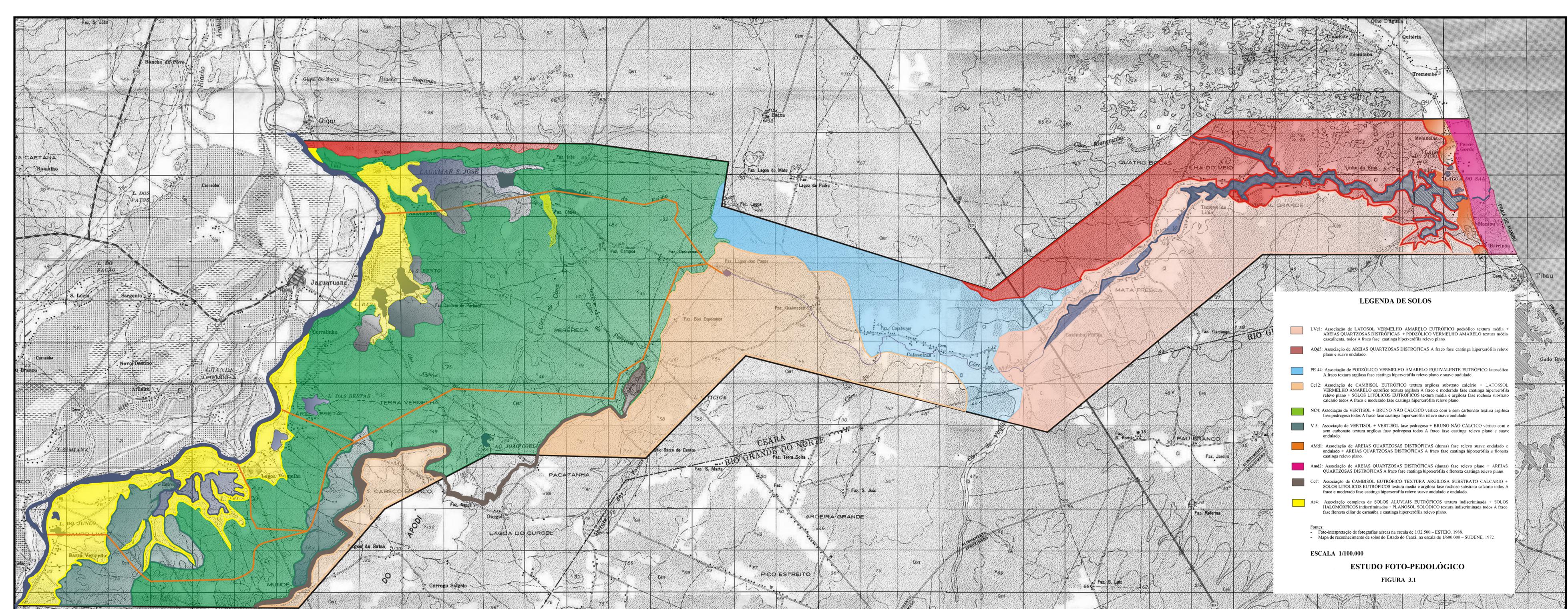
Estes estudos foram elaborados utilizando-se as aerofotos na escala 1:32.500, executadas em 1988 pela ESTEIO, as cartas Areia Branca e Aracatí da SUDENE na escala 1:100.000 e o mapa de solos na escala de 1:600.000, do Estado do Ceará elaborados em 1972.

Os resultados obtidos foram expressos por um “overlay” na escala das fotos, e foram transpostos para a **Figura 3.1**, na escala 1:100.000 apresentada a seguir.

No ítem seguinte, faz-se a descrição das unidades de mapeamento encontradas, ordenados e expostas de montante para jusante, da área objeto do estudo.

3.2 - DESCRIÇÃO DAS UNIDADES MAPEADAS

- a) Ae4 – Ocorre junto ao rio Jaguaribe, é composta de uma associação de Solos Aluviais Eutróficos textura indiscriminada + Solos Halomórficos indiscriminados + Planosolo Solódico textura indiscriminada todos A fraco fase floresta ciliar de carnaúba e caatinga hiperxerófila relevo plano. Esta unidade não oferece maior interesse do ponto de vista pedológico, além do fato de que, por estarem perto do rio Jaguaribe, estes solos não precisariam do sistema adutor para ser irrigados. Na **Foto 3.1** pode-se observar aspectos da agricultura praticada hoje na área da FRUCESA.



LEGENDA DE SOLOS

- L1v1: Associação de LATOSSOL VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO podzólico textura média + AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO textura média cascalhenta, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano
- AQd5: Associação de AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado
- PE 44: Associação de PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO litossólico A fraco textura argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado
- Ce12: Associação de CAMBISOL EUTRÓFICO textura argilosa substrato calcário + LATOSSOL VERMELHO AMARELO eutrófico textura argilosa A fraco e moderado fase caatinga hiperxerófila relevo plano + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura média e argilosa fase rochosa substrato calcário todos A fraco e moderado fase caatinga hiperxerófila relevo plano
- Nc4: Associação de VERTISOL + BRUNO NÃO CÁLCICO vértico com e sem carbonato textura argilosa fase pedregosa todos A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado
- V 5: Associação de VERTISOL + VERTISOL fase pedregosa + BRUNO NÃO CÁLCICO vértico com e sem carbonato textura argilosa fase pedregosa todos A fraco fase caatinga relevo plano e suave ondulado
- AMd1: Associação de AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS (dunas) fase relevo suave ondulado e ondulado + AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS A fraco fase caatinga hiperxerófila e floresta caatinga relevo plano
- AMd2: Associação de AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS (dunas) fase relevo plano + AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS A fraco fase caatinga hiperxerófila e floresta caatinga relevo plano
- Cc7: Associação de CAMBISOL EUTRÓFICO TEXTURA ARGILOSA SUBSTRATO CALCÁRIO + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura média e argilosa fase rochosa substrato calcário todos A fraco e moderado fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado
- Ae4: Associação complexa de SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS textura indiscriminada - SOLOS HALOMÓRFICOS indiscriminados + PLANOSSOL SOLÓDICO textura indiscriminada todos A fraco fase floresta ciliar de carnaúba e caatinga hiperxerófila relevo plano

Fontes:
 - Foto-interpretação de fotografias aéreas na escala de 1/32.500 - ESTEIO, 1988.
 - Mapa de reconhecimento de solos do Estado do Ceará, na escala de 1/600.000 - SUDENE, 1972.

ESCALA 1/100.000

ESTUDO FOTO-PEDOLÓGICO

FIGURA 3.1

b) NC4 – Encontram-se mais para leste dos solos aluviais em uma grande extensão contínua. Trata-se de uma associação composta pelas seguintes classes de solo:

- Vertissol A fraco fase floresta ciliar de carnaúbas e caatinga hiperxerófila relevo plano: São solos argilosos a muito argilosos, com alta quantidade de argila 2:1, o que provoca expansões e contrações, em função do grau de umidade, com “slikensides”, fendilhamentos e, eventualmente, relevo “gilgai”. Na época chuvosa ficam encharcados e muito plásticos e pegajosos; podem ser irrigados por métodos gravitários e explorados com arroz, algodão ou milho; cabendo lembrar, outrossim, que naquela região há vários empreendimentos privados de agricultura irrigada em vertissolos, cujo desempenho é muito bom. Estes solos ocupam em torno da metade da área desta unidade.
- Vertissol A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado fase pedregosa. São solos semelhantes aos anteriores, com a diferença que o relevo pode ser ondulado e que não estão sujeitos a inundação; ocupam perto de um quarto da área da unidade. Nestes solos foram implantadas diversas empresas agrícolas que fazem uso da irrigação.
- Bruno Não Cálculo vértico A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado. São solos moderadamente profundos ou rasos, com horizonte B textural, não hidromórficos, com argila de atividade alta, fendilhamentos no horizonte Bt e “slikensides” no B; a pedregosidade superficial é muito comum; são susceptíveis à erosão, quer laminar ou em sulcos; esses dois últimos fatores, aliados à eventual pouca profundidade, constituem-se em sérias limitações ao seu manejo racional, com ou sem irrigação; ocupam perto de um quarto da área da unidade de mapeamento, com domínio do relevo suave ondulado.

É nesta unidade que se localizam as áreas irrigadas da JAISA.



Foto 3.1- Canal de adução de água de FRUCESA para irrigação de acerola. Captação de água feita no rio Jaguaribe

- c) V5 – Acha-se entre as duas unidades anteriormente referidas, encontram-se sob a forma de algumas manchas, uma associação formada pelos mesmos componentes da NC4, com a diferença, de que os solos Brunos Não Cálcicos apresentam-se com pedregosidade. Na área de influência da alternativa de traçado do canal ocorrem duas manchas; uma delas, de forma alongada, fica a menos de 3 km do rio Jaguaribe, a outra, ainda, mais próxima do rio, fica bem perto da localidade de Barro Vermelho.
- d) Ce7 – Situa-se ao longo da encosta da chapada do Apodi. Associação constituída por Cambissolos e Solos Litólicos, formam uma faixa longa e estreita. Estes solos não tem interesse prático para os fins em pauta, pela sua posição topográfica na área.
- e) *Ce12 – Encontra-se ao sul da unidade NC4, da qual está separada, às vezes, pela unidade e Ce7, trata-se de uma associação constituída por:*
- Cambissol Eutrófico A fraco e moderado textura argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano substrato calcário; a sua profundidade varia de raso a profundo, sendo normalmente média; não suportam sistematização e portanto só admitem a irrigação localizada. Têm boa drenagem e

permeabilidade; podem ser cultivados com fruticultura, forrageiras, algodão, grãos e algumas hortaliças. Ocupam menos da metade da área da unidade.

- Latossol Vermelho Amarelo Eutrófico textura argilosa A fraco e moderado fase caatinga hiperxerófila relevo plano; tem boas condições físicas e profundidade, podendo ser mecanizados; a irrigação só deve ser feita por métodos pressurizados; adaptam-se muito bem à fruticultura, podendo ser cultivados, também, com hortaliças, gramíneas, leguminosas, grãos, algodão, etc. Participam com perto de 35% da área da unidade.
- Solos Litólicos Eutróficos textura média e argilosa A fraco e moderado fase caatinga hiperxerófila relevo plano fase rochoso substrato calcário; face à sua reduzida profundidade não têm condições para agricultura racional; ocupam menos de 20% da área da unidade.

Esta unidade ocupa praticamente toda a parte Sul da área de interesse ao longo do canal, contornando, pelo sul a Serra Dantas e estendendo-se, a leste, até um pouco além da Fazenda Cajazeiras, no vale da Mata Fresca. Os latossolos, que têm um bom potencial agrícola, desde que irrigados, formam os solos do Projeto Canaã.

- f) PE44 – Ocorrem ao norte e ao leste da unidade retrocitada, constituída, em perto de 90%, por solos Podzólicos Vermelho Amarelos equivalente eutrófico latossólicos A fraco textura argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado. O relevo e a profundidade são favoráveis, permitindo mecanização, embora se devam tomar alguns cuidados nas áreas de relevo suave-ondulado. Podem ser irrigados por métodos pressurizados, podendo admitir uma ampla gama de culturas, exceto, o arroz.

As Fotos 3.2 e 3.3 mostram exemplos de agricultura praticada nesta unidade.



Foto 3.2 – Plantio de pimenta na AGRICOLA Cajazeiras, irrigada por gotejamento, com captação feita em poços.



Foto 3.3 – Área plantada com mamão e acerola, irrigada por gotejamento, com captação feita em poços.

g) LVe1 – Acham-se situados mais para leste, pela margem direita do riacho da Mata Fresca, são compostos dos seguintes componentes:

- Latosol Vermelho Amarelo Eutrófico podzólico textura média A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano; estes solos respondem muito bem à irrigação pressurizada, podendo ser cultivados com todo tipo de fruteiras, oleaginosas, grãos, forrageiras e leguminosas; ocupam cerca de metade da área da unidade.
- Areias Quartzosas Distróficas A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano; são solos de baixa fertilidade, excessivamente drenados, onde ocorrem naturalmente caju e coco; são favoráveis à mecanização e, desde que adubados e irrigados por métodos localizados, permitem, em boas condições, o cultivo de fruteiras, hortaliças, forrageiras, etc. Atualmente são aproveitados em pequena escala. Ocupam cerca de 30% da área da unidade.
- Podzólico Vermelho Amarelo textura média cascalhenta A fraco caatinga hiperxerófila relevo plano; requerem calagens e adubações orgânica e mineral. Apresentando boas condições para mecanização, apesar da textura cascalhenta; irrigados por métodos pressurizados podem ensejar o cultivo de grãos, algodão e fruticultura arbórea, excluídas aquelas cujo sistema radicular não se comporte bem na presença de cascalho na massa do solo; por motivos homólogos, as hortaliças deveriam ser evitadas. Ocupam cerca de 20% da área da unidade.

No vale da Mata Fresca esta unidade de mapeamento ocorre numa largura de mais de 3 km, pela margem direita, desde o córrego do Virgílio, a montante, até bem perto do litoral.

h) AQt5 – Esta unidade ocorre ao norte da unidade anteriormente descrita, é uma associação de duas classes de areias quartzosas:

- Areias Quartzosas Distróficas A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano (a mesma classe presente na unidade LVe1), ocupa 60% da área da unidade; embora sendo solos quimicamente pobres e com baixa capacidade de retenção de água, são potencialmente muito bons para agricultura irrigada, desde que seja feita adubação química e orgânica e que se irrigue através de métodos pressurizados.
- Areias Quartzosas Distróficas A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano, diferem da classe acima apenas pelo caráter da vegetação. Oferece as mesmas perspectivas de uso agrícola com irrigação. Ocupam cerca de 40% da área da unidade.

Esta unidade ocupa praticamente toda a área pela margem esquerda do córrego, desde as proximidades do litoral até um pouco a montante da BR – 304.

i) AMd1 e AMd2 – Estas unidades acham-se já perto do litoral e ao longo do mesmo ambas constituídas por Areias Quartzosas Distróficas, parte delas dunas; estas unidades não têm interesse prático, face às suas características intrínsecas.

3.3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deve-se esclarecer que o nível de abstração do estudo é alto principalmente porque se apoia num mapa de solos de reconhecimento/exploratório, onde o limite a composição e as áreas das unidades de solos, de certo variarão muito, após a realização de novos estudos a níveis de abstração mais baixos.

4 - GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

4.1 - GEOMORFOLOGIA GERAL DA REGIÃO

A área apresenta três feições morfológicas distintas: o relevo litorâneo, a superfície aplainada das coberturas cenozóicas e a borda norte-ocidental da chapada do Apodi. Na **Figura 4.1** pode-se observar o aspecto geral das feições morfológicas.

A **faixa litorânea** é caracterizada por cordões de dunas que se movem de NE para SW, sob a ação dos ventos dominantes de leste para nordeste. As dunas deslocam-se até a zona sub-litorânea, indo sobrepor-se aos cordões de areia antigas, alcançando alturas superiores a 10,00 metros. As paleodunas geralmente estão fixadas por vegetação xerófita rasteira e dispostas em cordões paralelos à costa. Elas possuem tonalidades avermelhadas, contrastando com os tons esbranquiçados das dunas movediças, denunciando o rigor do clima antigo, provavelmente bem mais árido que o atual. Devido ao caráter temporário dos rios, as desembocaduras são aos poucos, obstruídas por materiais eólicos em movimento. Os cursos d'água de descargas menores perdem, às vezes, sua comunicação com o mar, dando lugar à formação de pequenas lagoas temporárias à montante.

A existência de cordões de areia na zona sub-litorânea é indício de levantamento epirogênico da costa. Em consequência do movimento positivo do continente, instalou-se novo ciclo erosivo na região, que se desenvolve em função dos níveis de base atuais dos rios e das baixadas litorâneas. O abaixamento do nível do mar resultou também no modelo de formas de costas encarpada, tipo falésia, formadas por camadas argilosas do Grupo Barreiras na base, capeadas por sedimentos eólicos variegados. No contato das duas unidades, emergem pequenas fontes d'água perenes que abastecem as populações locais.

Entre o relevo litorâneo e as serras altas do interior interpõem-se os primeiros níveis elevados, formados pelos terrenos cenozóicos de cobertura. Ocupam uma faixa de largura variável (entre 5 e 50 km) ao longo da costa, formando uma ampla superfície aplainada, suavemente inclinada para o mar, conhecida como tabuleiros. Começam com cotas de 10 a 20 metros no litoral até 120 metros nos lugares onde penetram muito no interior. Na costa estão cobertos por cordões de areia, e no interior, limitam-se por uma linha de escarpa de contorno extremamente irregular, com desníveis pequenos em relação à depressão periférica. A passagem dos tabuleiros

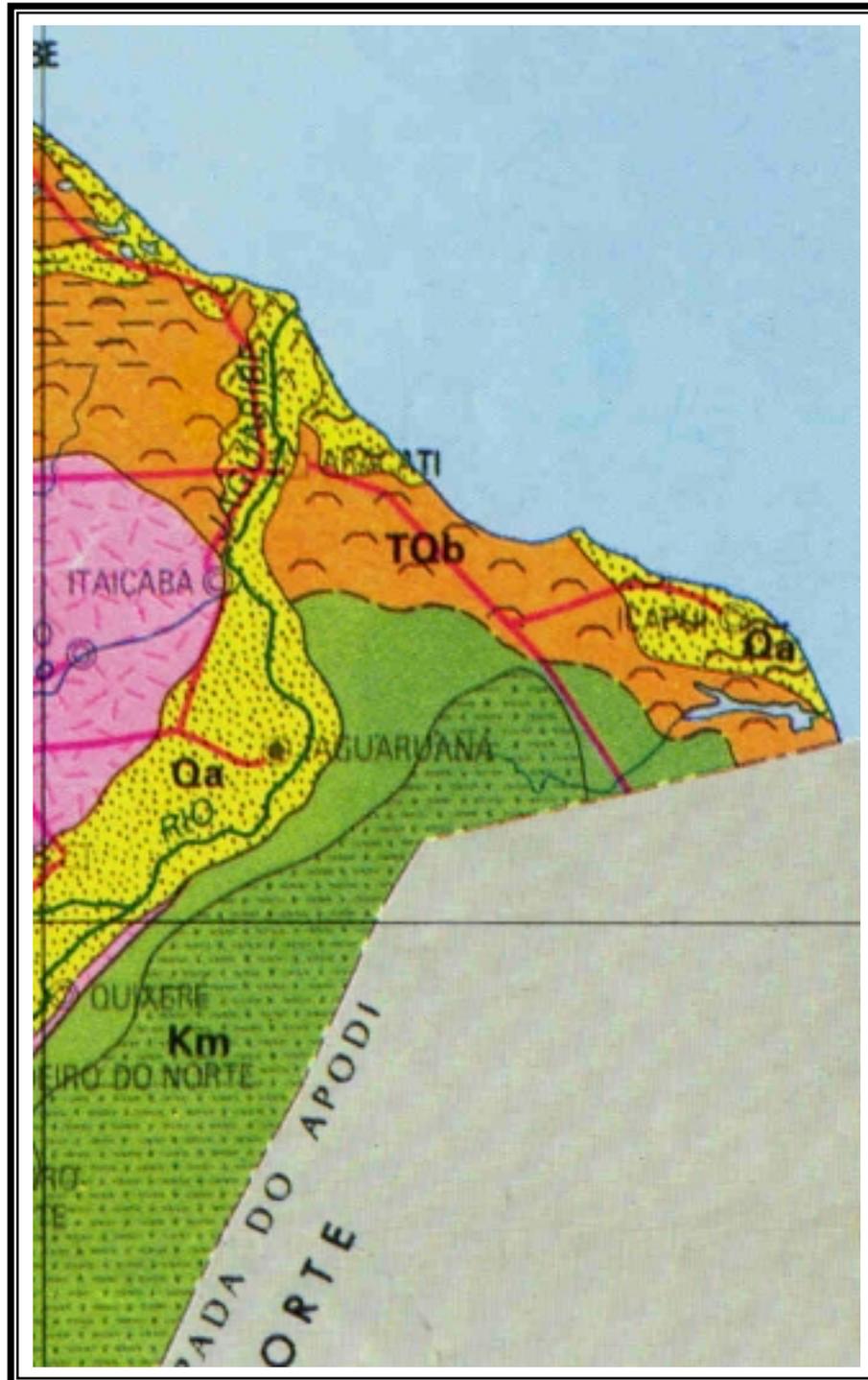
para os terrenos cretácicos do Grupo Apodi é quase imperceptível no terreno. Predomina ali a mesma fácies arenosa das áreas onde as coberturas assentam-se sobre rochas cristalinas, porém com espessuras mais reduzidas. Ao sul da faixa principal dos tabuleiros ocorrem testemunhos menores, isolados, recortados pela erosão fluvial que determinou seu retrabalhamento. Originalmente formavam uma superfície contínua, bem mais ampla que os limites atuais.

A **Chapada do Apodi** é delimitada por uma linha de escarpa irregular, que se alça progressivamente em direção oposta à do litoral. Próximo à zona de recobrimento pelos terrenos cenozóicos, seu tamanho reduz-se a uns poucos metros. Na escarpa afloram os calcários da Formação Jandaíra, em forma de um paredão quase a prumo, juntamente com a seção superior da Formação Açú, composta de argilitos e siltitos com arenitos finos. A seção de clásticos grosseiros da base da Formação Açú começa a aflorar na base da escarpa e se estende pela baixada até o nível das rochas do embasamento.

A chapada apresenta mergulho suave na direção do mar, formando uma superfície estrutural com leves e largas ondulações. Próximas ao contato com as coberturas cenozóicas as altitudes oscilam em torno de 40 metros, enquanto ao sul da área, atingem valores entre 80 e 90 metros.

O recuo do lado ocidental da chapada até o estágio atual operou-se a partir do contato do bordo sedimentar com o embasamento cristalino. A desnudação começou com a superimposição do rio Jaguaribe na zona limítrofe da bacia e prossegue num ritmo mais ou menos acelerado pelos tributários que nascem na encosta ocidental em demanda ao leito principal do vale.

Na superfície da chapada os solos são mais calcários ao sul, com maior ou menor percentagem de areias e argilas. Para o norte, tornam-se mais arenosos à medida que se aproximam do contato com os terrenos arenosos de cobertura. De modo geral a espessura do solo é pequena, permitindo fazer inferências sobre as estruturas subjacentes. A drenagem, embora muito espaçada, mostra-se em parte condicionada às fraturas dos calcários, especialmente na região coberta pelas areias cenozóicas.



FONTE: ATLAS DO CEARÁ – IPLANCE – 1998

LEGENDA:

- Ao – Sedimentos de Praia, Aluviões e Paleodunas
- TQb – Sedimentos do Grupo Barreiras Indiviso
- Km – Bacia Sedimentar Potiguar com litologias do Grupo Apodi

FIGURA 4.1 – GEOMORFOLOGIA

4.2 - GEOLOGIA GERAL

A geologia regional é composta predominantemente por litotipos sedimentares, do tipo arenoso, sobrepostas a Unidade sem Denominação (PI(B)). Esta associação de rochas é representada por unidades individualizadas, mostradas cronoestratigraficamente da base para o topo.

Apresentam-se na **Figura 4.2**, os principais tipos litológicos da área em estudo e a seguir descrição de cada uma das unidades.

4.2.1 - Grupo Apodi

A exposição dos sedimentos cretáceos do Grupo Apodi se restringe a uma pequena faixa de aproximadamente 600 km², situada no setor ocidental-setentrional da Bacia Potiguar. Os contrastes de tonalidade e textura, o modelado do relevo e os padrões de drenagem, peculiares de cada unidade litológica, forneceram subsídios para uma delimitação precisa do bordo da bacia.

4.2.1.1 - Formação Açú (KISaa)

Os clásticos da Formação Açú representam 50% da área total dos sedimentos cretáceos expostos. Constituem uma faixa aflorante alongada segundo NE-SW, com largura da ordem de 3 a 12 km e comprimento de 37 km. Morfologicamente, caracteriza-se por um relevo suavemente colinoso, podendo, localmente, apresentar pequenas formas tabulares, com cotas variáveis de 30 a 75 metros.

O limite oeste da Formação Açú é coberto pelos aluviões do rio Jaguaribe, cujo contato é bem definido, muito embora, em alguns pontos seja mascarado por solos arenosos resultantes da lixiviação dos próprios sedimentos clásticos que a compõem. Topograficamente, este contato é definido por uma rutura do relevo, o qual apresenta-se mais baixo na zona aluvial. O seu contato com os sedimentos terció-quadernários se faz de maneira gradacional, sendo definido no campo pela tonalidade mais

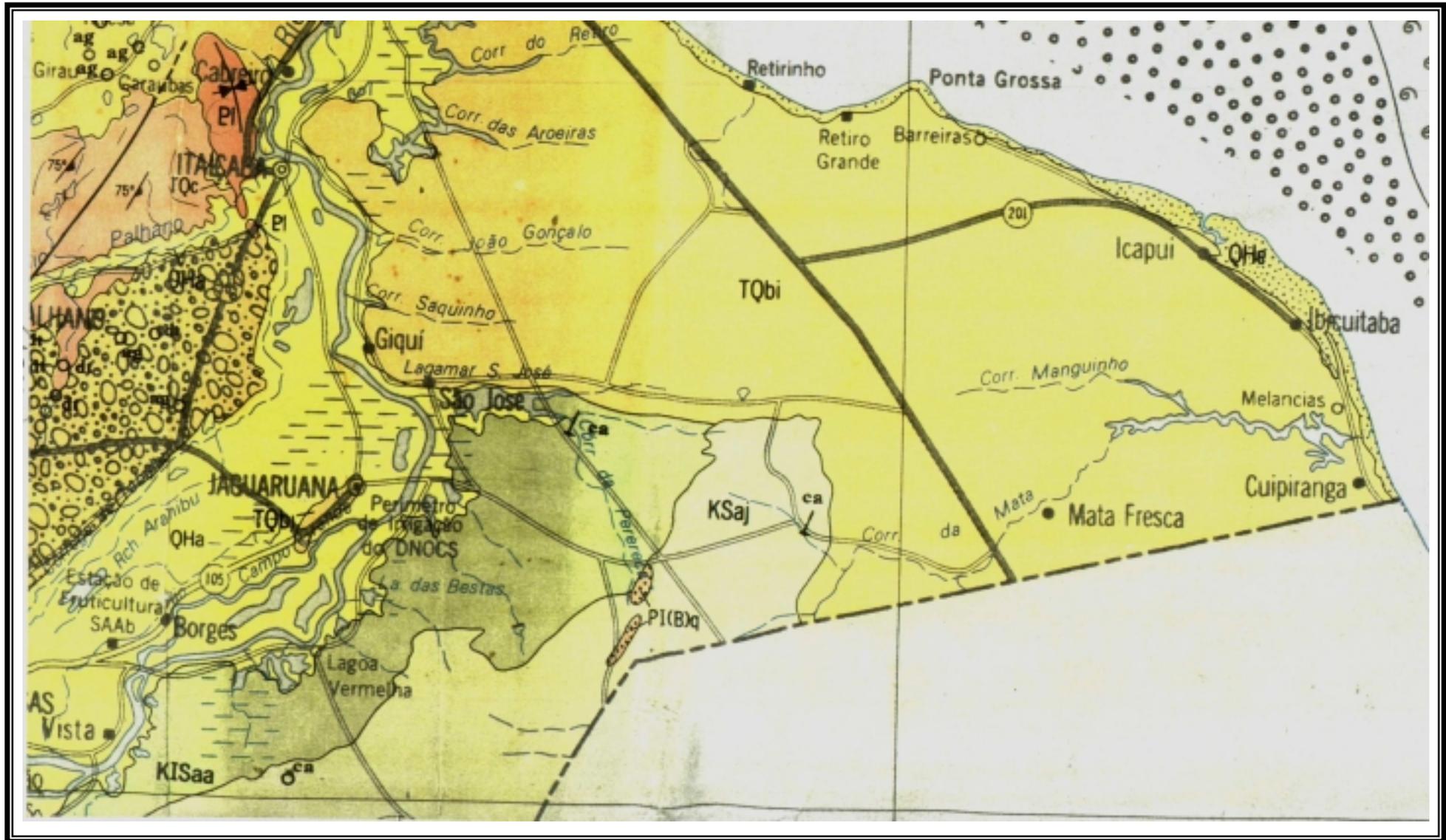
avermelhada e granulometria mais fina do sedimento arenoso mais antigo. O contato com a sequência carbonática superior não é bem definido, ora marcado por uma passagem gradativa dos arenitos microclásticos continentais passando para sedimentos com características noríticas (argilas e folhelhos) e finalmente marinho. Morfologicamente o contato arenito/calcário é bem definido, sendo marcado por uma linha de cuesta ao longo de quase toda a sua extensão. Ao sul, a Formação Açú repousa em discordância angular e erosiva sobre o embasamento cristalino.

A Formação Açú é litologicamente representada por uma sequência sedimentar predominantemente clástica. Os arenitos são friáveis de granulação fina a média, matriz areno-argilosa caulínica, mostrando aleitamento horizontal e ocasionalmente estratificação cruzada. É constituída por grãos de quartzo subarredondados, conspícuos grãos de feldspatos caulinizados e predominantemente argilosa caulínica, podendo estar presente óxido de ferro.

Para leste, em direção aos níveis basais da cuesta, estes arenitos tornaram-se mais micáceos e mais ricos em microclásticos, constituindo uma sequência rítmica interestratificada de arenitos finos sílticos e siltitos.

Em direção ao topo, os arenitos se tornam mais finos, microclásticos, micáceos, quase sempre com estratificação cruzada e, finalmente, evoluem para siltitos com cimento carbonático. Localmente podem apresentar intercalações de delgadas lentes de argilitos de tonalidades vermelha e cinza-esverdeada nesta zona de transição. Nos níveis superiores o teor de carbonato é bem elevado chegando-se a encontrar bancos de calcários puros separados por delgados horizontes margosos. Estes arenitos microclásticos, micáceos e argilosos apresentam portanto um caráter faciológico correspondente aos clásticos do “membro superior da Formação Açú”.

A passagem do arenito Açú Superior para a Formação Jandaíra é gradacional, sendo marcada pelo aumento de microclásticos e pelo aparecimento da fácies carbonática, tornando-se difícil a delimitação exata entre uma e outra unidade.



FONTE: MAPA GEOLÓGICO – CPRN - 1980

LEGENDA:

QHa – Sedimentos Aluviais

QHe – Sedimentos Eólicos Litorâneos

GRUPO BARREIRAS

TQbf – Formação Faceira

TQbi – Grupo Barreiras Indiviso

GRUPO APODI

KSaj – Formação Jandaíra

KISaa – Formação Açú

FIGURA 4.2 - GEOLOGIA

4.2.1.2 - Formação Jandaíra (Ksaj)

A formação Jandaíra é definida como a sequência carbonática que repousa sobre os clásticos da Formação Açú. Em fotografias aéreas, esta unidade é identificada pela tonalidade cinza-clara, textura fina. As manchas mais escuras observadas dentro dos limites de sua ocorrência constituem apenas coberturas de solo aluvial. Sua exposição é pequena e cobre cerca de 300 km². Morfologicamente, constitui a superfície superior da chapada com mergulho suave para nordeste, tendo conforto semicircular, cujos bordos são denotados por um relevo escarpado. Ao norte a sequência é encoberta pelos sedimentos cenozóicos do Grupo Barreiras.

O contato entre as formações Açú e Jandaíra é definido por uma zona de transição marcada por uma evolução gradacional de sedimentos clásticos para químicos. Esta zona de transição, observada no campo, tem um comportamento diferenciado de um local para outro. Esta passagem ora é gradativa, caracterizada por um aumento dos microclastos na unidade superior e um acréscimo gradativo da componente carbonática nos sedimentos, superiores, evoluindo dos argilitos paramargas e finalmente calcários, ora é brusca, motivada pelo aparecimento inesperado de delgados bancos de calcarenitos interestratificados em siltitos argilosos, iniciando-se desta forma a sequência carbonática que caracteriza a unidade estratigraficamente superior.

Tomando por base caracteres estritamente litoestratigráficos, adotou-se a denominação de Formação Jandaíra para toda a sequência calcária da Bacia Potiguar, acatando os critérios apresentados por Campos et alii (1976), haja vista resultados aqui apresentados estarem mais consonantes com as proposições daqueles autores.

4.2.2 - Grupo Barreiras

4.2.2.1 - Grupo Barreiras Indiviso (TQb)

Adotou-se denominação de Grupo Barreiras Indiviso para toda a sequência variegada, constituída de clásticos finos a grosseiros que ocorrem na costa,

infracostas às dunas. Os resultados ora apresentados se fundamentam principalmente nas proposições feitas por Mabeoone et alii (op.cit.), para a região de Aracati, cujas observações foram desenvolvidas e ampliadas para todo o restante da área.

Estes depósitos ocorrem por toda a faixa costeira situada entre os meridianos 37°30' e 40°30' W. A área individualiza-se como uma região de tabuleiros planos, localmente ondulada com depressões suaves, sendo truncada pelas falésias e pelos vales dos rios. Constitui uma faixa contínua grosseiramente paralela à costa, com largura variável entre 2 a 60 km.

Todo este pacote sedimentar repousa discordantemente sobre o embasamento cristalino em discordância erosiva angular. É capeada na linha da costa pelo cordão litorâneo de dunas, através de discordância e, no interior, passa transicionalmente, em alguns pontos, para as Coberturas Colúvio-eluviais indiferenciadas.

Sua espessura é bastante variável, fato decorrente do seu relacionamento com a superfície irregular do embasamento cristalino, aumentando em direção à costa. Dados extraídos do Grupo de Estudos do Vale do Jaguaribe (SUDENE/ASMIC, op. cit.) comprovam para a região de Aracati, uma espessura da ordem de 30 metros. Não obstante estes dados exuberantes referentes a sua espessura, os vales entalhados pelos principais rios expõem o cristalino, refletindo, desta forma, um avançado estágio de erosão fluvial em toda unidade sedimentar.

O estudo litológico desta unidade se fundamentou principalmente na observação pormenorizada das falésias, cortes de estradas e dos barrancos dos principais rios que drenam a área. Como resultado, constatou-se uma diferenciação litológica acentuada, evidenciada pela variação faciológica tanto vertical, quanto horizontalmente.

A sequência é representada por arenitos argilosos de coloração variada, de tons avermelhados nos mais diversos matizes, amarelados, até esverdeados. Sua matriz é argilosa caulínica, com cimento argilo-ferruginoso e, algumas vezes, silicoso.

A granulação varia de fina a média com horizontes conglomeráticos e com incrustações lateríticas na base. Nos níveis conglomeráticos os seixos mais grosseiros aumentam de diâmetro em direção à base, alcançando tamanhos variáveis até 10 cm. O grau de arredondamento se intensifica em direção aos seixos menores, os quais se apresentam bem arredondados e subangulosos. Estes clásticos têm composição diversificada porém, predominantemente, são de quartzo e mais raramente de feldspato, argilas, (ball clays) só estão presentes quando a matriz está relacionada a paleocanais.

De Ponta Grossa a Marjolândia, a sequência sedimentar exposta nas falésias é mais ou menos monótona, iniciando-se na base com arenito caulínico cinza com manchas de oxidação, de consistência mediana, (diagêneses fraca à média), mal classificado, granulação fina à média, com delgados níveis conglomeráticos, ocasionalmente mais espessos. A matriz é argilosa caulínio com cimento algumas vezes silicoso, mostrando grãos de quartzo imaturos e pontos opacos. Este horizonte passa acima para um horizonte conglomerático com espessura da ordem de 2-3 metros, mosqueado, de tonalidade avermelhada alaranjada e matriz argilo-ferruginosa com grãos de quartzo imaturos, englobando seixos bem rolados de quartzo e lateritos com diâmetros de até 3 cm. Acima deste conglomerado aparece um nível arenoso homogêneo, esbranquiçado a amarelado, ora mosqueado, caulinisado e pouco consistente (diagênese fraca à média), com grãos de quartzo subarredondados de granulação média a fina, bem selecionados, cuja espessura da camada varia de 1 a 5 metros. Localmente, aparecem níveis mais arenosos esbranquiçados, dentro deste horizonte. No topo aparece uma areia siltosa alaranjada, às vezes mosqueada, bem-classificada, com espessura variável entre 3 a 5 metros, em alguns locais recoberta por dunas.

A estratificação é apenas constatada quando se observa a sequência no seu todo, verificando-se então uma horizontalidade definida pelo grau de intemperismo que é diferente de um horizonte em relação ao outro. Todo este pacote permanece mais ou menos inalterado nas falésias numa extensão aproximada de 20 km, apenas se verificando um mergulho suave da sequência no sentido de Majorlândia. Localmente, aparecem pequenas discordâncias erosionais onde aparecem estratificações cruzadas e convolutas.

4.2.2.2 - Formação Faceira (TQbf)

A formação Faceira foi pela primeira vez descrita pelo Grupo de Estudos do Vale do Jaguaribe (BRASIL/SUDENE/ASMIC, 1967), o qual empregou este termo para designar os sedimentos tipicamente aluviais, bem desenvolvidos na margem esquerda do Rio Jaguaribe e, sobremaneira, nos arredores do sítio Faceira, cuja toponímia foi sugerida para sua denominação. Posteriormente, Manoel Filho (1970) alega impossibilidade dos sedimentos Barreiras ocorrerem em áreas geograficamente distantes do litoral, não conservando a denominação original de Formação Faceira, admitindo entretanto, serem estes sedimentos singenéticos daqueles, achando mais apropriado o termo Facies Faceira.

Morfologicamente, esta unidade se caracteriza por relevo monótono ornamentado por superfícies pouco onduladas com bordos escarpados, geralmente sinuosos, que apresentam cotas variáveis entre 70 e 150 metros. Sua melhor representação é encontrada na margem esquerda do rio Jaguaribe, onde constitui uma faixa alongada segundo SW-NE, com cotas variando de 70 a 90 metros, de bordos retalhados expondo nos vales a superfície cristalina dissecada. Estende-se para sudoeste, ultrapassando os limites da área, onde repousa sobre o cristalino com discordância angular erosiva bem pronunciada. Na fotointerpretação é caracterizada, de maneira geral, pela vegetação mais pujante e pelo relevo mais elevado, encimado na superfície cristalina. No campo a diferenciação é nítida, passando-se de um solo avermelhado/alaranjado homogêneo, arenoso, para um solo regolítico de tonalidade alaranjada desbotada ou esbranquiçada, conforme se pode observar no trajeto Russas-Bonhu. A faixa que bordeja a margem esquerda do rio Jaguaribe, ao estender-se para nordeste, é abruptamente truncada pela crista de quartzitos que constituem o monte Ererê.

Litologicamente, se caracteriza por sedimentos afossilíferos com níveis conglomeráticos bassais, avermelhados, grosseiros, contendo seixos bem rolados de quartzo, principalmente, e rochas cristalinas diversificadas. Não foi observado um contato direto dos sedimentos com o cristalino.

A constituição granulométrica e faciológica da Formação Faceira, bem como sua situação na margem do rio Jaguaribe, são elementos comprobatórios que a caracterizam como uma facies de origem fluvial. A matriz argilosa presente em toda a sequência sugere que os materiais depositados eram fornecidos por uma fonte onde existia um clima relativamente úmido, contudo, a tonalidade avermelhada em todo o sedimento é indicativo da predominância de um clima semi-árido durante toda sua fase de deposição. Os órgãos de feldspatos presentes significam uma erosão ativa e deposição rápida e os diversos níveis conglomeráticos dentro da mesma sequência são sugestivos de repetidas fases de erosão com velocidade rápida da correnteza o que, talvez, explique a falta de estratificação do sedimento.

4.2.3 - Sedimentos Litorâneos (QHe)

Sob esta denominação foram agrupados os cordões areníticos de idade recente, aqui representados pelos arenitos flúvio-marinhos, e os sedimentos inconsolidados de origem eólica representados pelas dunas.

As primeiras citações sobre estes sedimentos foram feitas por BRASIL, SUDENE/ASMIC (1967), Manoel Filho (1970), Beltrão (1970) e Silva et Silva (1970), os quais se restringiram apenas a um breve comentário sobre a natureza constitucional das dunas.

As dunas formam um cordão contínuo que se desenvolve paralelamente à linha da costa, capeando a sequência sedimentar do Grupo Barreiras. De acordo com suas características genéticas, morfológicas e faciológicas foram subdivididas em dunas móveis (Qd) e paleodunas (Qpd).

Paleodunas (Qpd)

Representam as dunas antigas quase ao nível dos tabuleiros costeiros, pelo constante retrabalhamento dos ventos, não se sabendo ao certo a sua espessura. Contudo, sugere-se uma medida da ordem de 2 a 3 metros, tornando-se nula a uma distância aproximada de 1,5 km da costa. Repousam discordantemente sobre os

sedimentos do Grupo Barreiras e são, em grande parte, cobertas pelas dunas móveis estando distribuídas aleatoriamente por toda a faixa costeira. Observam-se, em todas as exposições, uma notável concordância com a direção do deslocamento das dunas recentes, movidas nas direções leste e nordeste, principalmente pelos ventos dominantes de nordeste.

Litologicamente as paleodunas são caracterizadas por areias de grã-fina a média, raramente siltosas, quartzosas e/ou quartzo-feldspáticas, com grãos arredondados e foscos, bem selecionados, de coloração variando de cinza-claro a alaranjado no topo e avermelhado na base. Constituem depósitos homogêneos, não tendo sido observadas estratificações cruzadas típicas dos sedimentos eólicos.

As paleodunas constituem ainda um fenômeno inexplicado tanto do ponto de vista genético, pois não se conhece a sua procedência, quanto cronológico. Contudo, parece haver um pequeno hiato de tempo separando as paleodunas das de neoformação, pois as primeiras são mais oxidadas e cobertas por uma flora mais estável. Quiçá, esta fase biostática esteja relacionada a uma elevação do nível de base da planície costeira, reduzindo sensivelmente o volume dos aluviões levados pelos rios ao mar, período em que as paleodunas foram reduzidas pela ação eólica.

Dunas Móveis (Qd)

Esta unidade é constituída de sedimentos inconsolidados, formadores de dunas de praia, estando intimamente condicionados ao desenvolvimento da geomorfologia litorânea. São caracterizados pelas morfologias de pontões, flechas, restingas e são entrecortadas por pequenas baías e ilhotas, nas desembocaduras dos rios.

De uma maneira geral, as dunas móveis formam um cordão litorâneo bem rasteiro com cerca de 2 a 3 km de largura, seccionado em alguns pontos pelos vales dos rios. Começam a se esboçar desde a linha de praia alta, tornando-se rarefeitas à medida que penetram na zona interiorana. O seu desenvolvimento está subordinado ao volume de sedimentos oriundos do continente e à posição da linha de costa em relação à direção dos ventos dominantes.

Seus contatos, em relação às formações sotopostas, são geralmente abruptos e, localmente, onde elevam-se às cotas superiores dos tabuleiros do Grupo Barreiras, promovem o afogamento dos vales costeiros, impedindo desta forma que os cursos d'água menores atinjam diretamente o oceano. Este assoreamento dos vales resulta muitas vezes na formação de verdadeiras represas naturais e provocam, com frequência, o destocamento para sotavento das embocaduras em relação aos canais naturais de desague dos cursos d'água. Sua espessura é variável em torno de 2 a 5 metros, podendo em alguns casos atingir maiores dimensões.

Litologicamente, são caracterizadas por areias esbranquiçadas, bem classificadas, de grã-fina a média, quartzosas com grãos de quartzo foscos e arredondados, incoerentes, muitas vezes contendo leitos mais escuros de concentrações de minerais pesados, sobretudo ilmenita. O constante revezamento entre a erosão por deflação e a sedimentação origina um sistema complexo de estratificação nestes sedimentos.

4.2.4 - Aluviões (QHa)

São apresentados aqui como aluviões todos os depósitos fluviais ou lagunares recentes. Os terraços fluviais, mesmo sendo mais antigos, são todavia sedimentos correlatos geneticamente e que constituem apenas o início de um processo de sedimentação. Os clásticos da Formação Faceira (paleoterraços do Rio Jaguaribe) não poderiam ser considerados neste sentido, posto que os mesmos estão relacionados a um evento de sedimentação cuja causa principal, que a promoveu, já não existe mais.

Na área, os aluviões constituem uma unidade importante, tanto do ponto de vista geológico quanto econômico. Compreendem as faixas alongadas, estreitas e sinuosas depositadas nas calhas dos rios, predominantemente orientadas segundo NE e NNE, que iniciando-se no interior, alargam-se paulatinamente no sentido da zona litorânea onde são seccionadas abruptamente pela linha da costa.

Dentre as principais áreas de ocorrências destacam-se, pela sua importância geográfica, os aluviões dos rios Jaguaribe, Acaraú, Choró, Pacoti e outros menores.

No vale do rio Jaguaribe, entre as cidades de Russas e Jaguaruana, a área ocupada pelos aluviões atinge até 12 km de largura. Esta faixa estreita-se nas proximidades de Itaiçaba, voltando a se alargar em seguida.

A espessura dos aluviões é de um modo geral pequena pois sempre estão condicionadas às partes mais baixas dos vales. Via de regra, oscila entre 1 e 5 metros. Estudos geofísicos realizados por SUDENE/ASMIC (op. cit.) e Manoel Filho (op. cit.) apontaram vários falhamentos na região do baixo rio Jaguaribe os quais podem ter acarretado maiores espessuras de aluviões naquela área. Todavia, de modo geral, as espessuras diminuem para o interior.

Litologicamente, os aluviões estão representados pelas argilas, areias argilosas, areias puras e cascalho. As argilas são abundantes e se encontram com frequência em todas as calhas dos rios. São argilas detríticas, de boa plasticidade, de cores muito variadas, geralmente brancas, amarelas, esverdeadas, alaranjadas e vários matizes do cinza. Análises realizadas por Oliveira et Medeiros (op. cit.) mostraram que, em quase sua totalidade são constituídas de caulinita (predominante) e traços de caulinita, montmorilonita e/ou vermiculita, quartzo e feldspato.

5 - ESTUDOS PRELIMINARES DE ALTERNATIVAS DO SISTEMA DE ADUÇÃO

5.1 - INTRODUÇÃO

No presente capítulo são apresentados os estudos preliminares de alternativas do sistema de adução para perenização do riacho da Mata Fresca, constituído de uma captação no rio Jaguaribe e de um sistema adutor que alimentará um reservatório na localidade denominada Lagoa dos Passa, comum à todas as alternativas.

Para tanto, foram estudados 4 traçados preliminares do eixo das obras nas folhas de restituição do DNOS, na escala 1:25.000, com curvas de nível a cada 5 m, elaboradas em 1983/1986, e apresentados na **Figura 5.1** na escala 1:100.000, nas cartas da SUDENE.

Durante a visita feita a campo constatou-se que o leito do rio Jaguaribe nas imediações da captação de água apresenta leito móvel, mudando seu curso a cada enchente, de modo que provavelmente será necessário construir uma pequena barragem de nível, em todas as alternativas, para garantir o nível d'água mínimo na captação.

Próximas das localidades de captação das alternativas B e D, já existem passagens molhadas no rio Jaguaribe, que poderão ser utilizadas como essa obra de controle de nível.

5.2 - CRITÉRIOS ADOTADOS

Os principais critérios adotados para o estudo de alternativas foram:

- vazão de estudo de $5 \text{ m}^3/\text{s}$, desde a captação de água até o reservatório, isto é, não foi prevista nenhuma tomada de água ao longo do seu traçado;
- deslocamento da tomada d'água para jusante das alternativas estudadas, com exceção da alternativa A, em relação à prevista no TDR, com a finalidade de reduzir o comprimento das obras de adução, visto que a perda de nível seria pouco expressiva devido à baixa declividade, neste trecho, do rio Jaguaribe;

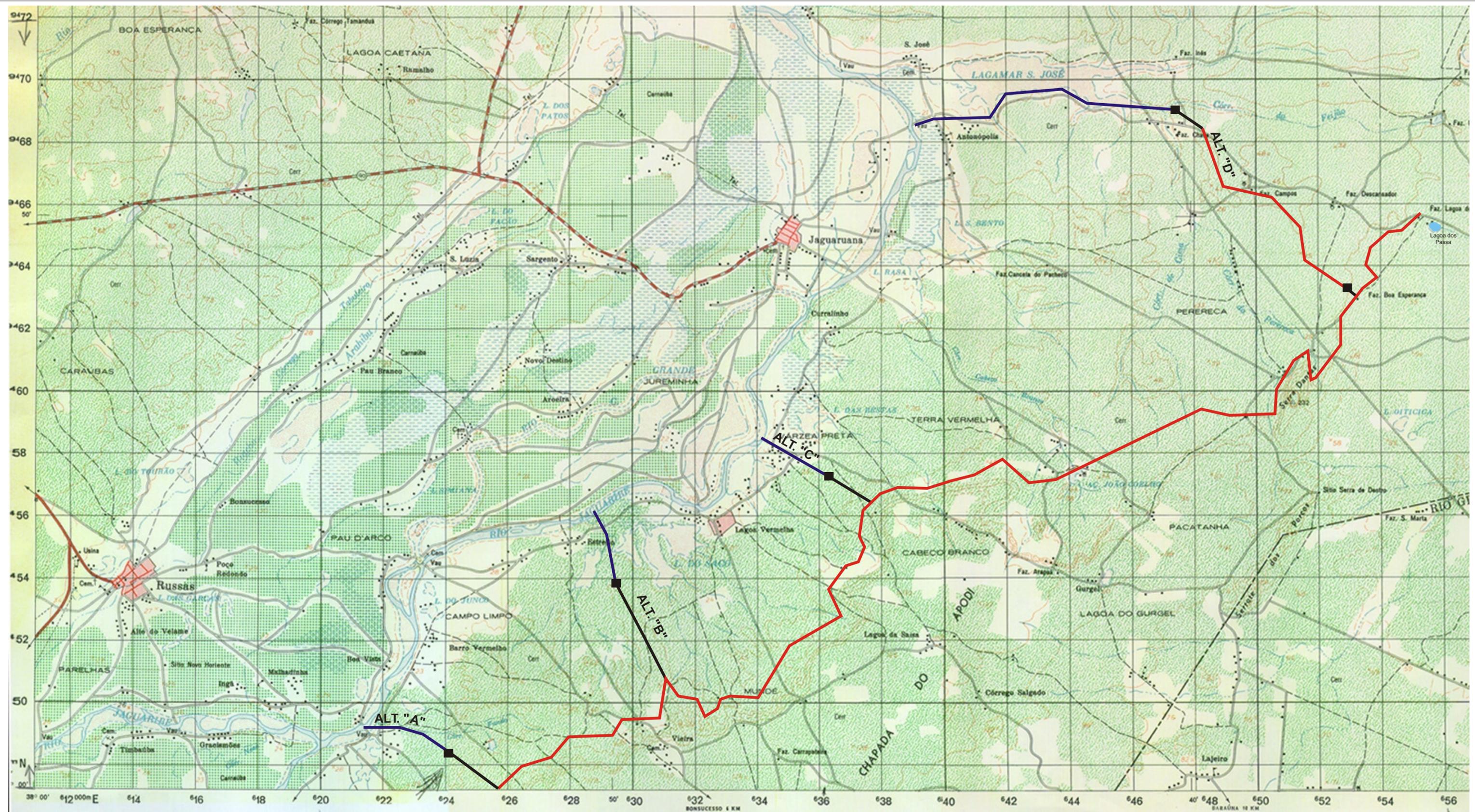


Figura 5.1

LEGENDA:

- ELEVATÓRIA
- CANAL DE APROXIMAÇÃO
- TUBULAÇÃO ADUTORA
- CANAL DE ADUÇÃO

TRAÇADOS DAS ALTERNATIVAS

- minimizar ao máximo os trechos em tubulação (obras caras);
- minimizar as escavações acompanhando ao máximo o terreno natural, e canais com declividade média de 0,00010 m/m;
- escolha de traçados que evitem, sempre que possível, obras localizadas, tais como: sifões invertidos, aquedutos, etc;
- cota do nível d'água na Lagoa dos Passa de 40,00 m;
- mesmas características hidráulicas dos canais em todas as alternativas.

5.3 - ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS PRELIMINARES

As escavações dos sistemas lineares de todas as alternativas estudadas, sejam para assentamento de tubulações ou para implantação de canais, bem como as escavações para implantação das estações elevatórias, deverão ser executadas predominantemente, em terrenos constituídos por sedimentos da Formação Açú (Grupo Apodi), e subordinadamente, por aluviões quaternários, fluviais e lacustres, nas proximidades das tomadas d'água no rio Jaguaribe.

Normalmente, estes sedimentos recentes aluvionares são constituídos por areias finas e grossas, e, no caso lacustre, por clásticos mais finos, não requerendo dificuldades quanto à sua escavação, mesmo porque a profundidade a ser escavada deverá ser pequena, devido à proximidade dessas áreas com a calha do rio Jaguaribe (captação / tomada d'água). Deve ser ressaltado, porém, a necessidade de drenagem do lençol, dependendo da época que serão executadas as obras, pois estes materiais poderão estar saturados.

Já os sedimentos da Formação Açú, de idade cretácea, são representados litologicamente por seqüência predominantemente clástica (folhelhos e siltitos a arenitos). Nas áreas de ocorrência desta unidade observa-se sempre uma cobertura de solo arenoso, de espessura variável. Deve ser destacado, porém, que no membro superior da Formação, observa-se que o teor em carbonato vai aumentando gradativamente em direção ao topo, chegando-se a encontrar calcáreos quase puros.

Assim, prevê-se, salvo em situações peculiares, que serão detectadas nas investigações a serem realizadas, escavações em material de 1a. categoria, admitindo-se uma profundidade máxima de 20 m (para estações elevatórias).

Um outro aspecto que deverá ser estudado em etapas posteriores do estudo é a proximidade dos canais das alternativas A, B e C, em alguns pontos, em relação às escarpas formadas por calcários da Formação Jandaíra (Grupo Apodi-Cretáceo), ou mesmo às encostas da Serra Dantas, sustentada por rochas cristalinas pré-cambrianas, o que sujeitaria esses canais a sofrerem interferências com possíveis instabilizações e movimentos de massa dessas encostas.

5.4 - DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS

5.4.1 - Alternativa A

A primeira alternativa prevê a captação no rio Jaguaribe (Foto 5.1) nas proximidades do ponto com coordenadas 9.449.200 N e 621.500 E, na cota de NA=12,00 m, através de um canal de aproximação de seção trapezoidal com base de 1,80 m, profundidade normal de 1,70 m, e extensão de 3 km, para alimentar a elevatória que deverá ser implantada em torno da cota 25 do terreno natural.



Foto 5.1 – Local da Captação da Alternativa A

Esta elevatória deverá vencer um desnível geométrico de 34 m, recalando até a cota 44,40 m , através de uma adutora de 2,0 m de diâmetro e 1.950 m de extensão.

Daí para jusante, um canal gravitário de 44 km de extensão, com as mesmas características hidráulicas do canal de aproximação, alcançará o reservatório na Lagoa dos Passa.

5.4.2 - Alternativa B

Nesta alternativa prevê-se deslocar a captação uns 12 km para jusante (Foto 5.2), até as proximidades do ponto com coordenadas 9.456.100 N e 628.850 E, na cota de NA=8,00 m; daí sairia um canal de aproximação com a direção N-S, que contornaria pelo leste a Lagoa do Saco, após o que infletiria para leste, com uma extensão total da ordem de 2,4 km; a elevatória recalcaria a água através de uma adutora de diâmetro de 2.000 mm, com extensão da ordem 1,9 km, alcançando o canal previsto nos TDR, na cota 43,83 m.

Em seguida através do canal gravitário de extensão 38,3 km, alcançar-se-á a Lagoa dos Passa.



Foto 5.2 - Local da Captação da Alternativa B

Verificam-se nesta alternativa ganhos nos comprimentos da tubulação adutora e do canal, em relação à alternativa A.

5.4.3 - Alternativa C

Uma terceira alternativa foi estudada consistindo em deslocar a tomada até um ponto com coordenadas 9.458.430 N e 634.200 E (Foto 5.3), situado 17 km a jusante do local previsto nos TDR.

Partindo deste ponto, uma solução mista também deverá ser adotada, isto é, um canal de aproximação de 2,0 km seguido de uma tubulação de recalque de 1,6 km, com diâmetro de 2,0 m, atingindo o canal previsto nos TDR na cota 42,45, encurtando a distância de adução em 19,5 km, em relação à alternativa A.



Foto 5.3 – Local da Captação da Alternativa C

5.4.4 - Alternativa D

Nesta alternativa deslocou-se a captação ainda mais para jusante (Foto 5.4), até um ponto localizado perto das coordenadas 9.468.400 N e 639.100 E, a oeste do Lagamar São José, ficando 26 km a jusante do local previsto nos TDR.



Foto 5.4 - Local da Captação da Alternativa D

O sistema adutor teria uma direção geral W-E, estando constituído pelas seguintes obras :

- canal de aproximação de aproximadamente 8,7 km, passando a 1,5 km da área irrigada da JAÍSA;
- elevatória recalcando até a cota 30, mediante uma adutora de 1000 m;
- canal acompanhando a cota 30 para leste, com uns 7,5 km de extensão; ele comportaria uma obra para travessia do córrego do Feijão;
- uma segunda elevatória, com uma adutora de apenas 200 m, atingirá o canal gravitário previsto nos TDR, na cota 40,40 , com extensão de apenas 4 km, atingindo a Lagoa dos Passa.(Foto 5.5)



Foto 5.5 – Lagoa dos Passa, local onde deverá ser implantado o reservatório.

5.5 - CONCLUSÕES

Para uma análise preliminar das quatro alternativas anteriormente descritas, é apresentado, na seqüência, um quadro resumo contendo as extensões dos trechos em tubulações e canais bem como a potência total de trabalho de cada alternativa.

DISCRIMINAÇÃO	ALTERNATIVA			
	A	B	C	D
Tub. Recalque (m)	1.950	1.900	1.600	1.000/200
Canal de aprox. (m)	3.000	2.400	2.000	8.700
Canal (m)	44.000	38.300	24.500	7.500/4.000
Potência Total (CV)	3.500	3.800	3.700	2.815/1.150

Analisando o quadro anterior pode-se concluir que, qualitativamente, a alternativa D apresenta diversas vantagens em relação às demais, tais como :

- ganho nos comprimentos de adutoras;
- potência total de trabalho na mesma ordem de grandeza das demais alternativas (diferença máxima de 13%);
- ganho no comprimento do canal, minimizando sensivelmente as obras da macro drenagem.

Além dessas vantagens deve ser observada a maior proximidade que o sistema adutor passa da área irrigada da JAÍSA, bem como seu posicionamento distante, das escarpas formadas por calcários Jandaíra e da Serra Dantas, minimizando riscos de possíveis instabilizações e movimentos de massa dessas encostas.

Há que se ressaltar, entretanto, que a despeito de todas as vantagens citadas, esta alternativa requer a implantação de duas estações elevatórias para se atingir o reservatório na Lagoa dos Passa, de maneira que a confirmação do resultado deverá ser obtida através do estudo técnico-econômico a ser elaborado na seqüência dos estudos.

6 - ESTUDO PRELIMINAR DA QUALIDADE DA ÁGUA

6.1 - INTRODUÇÃO

O estudo de qualidade da água na região em estudo - tomada d'água no rio Jaguaribe e Riacho da Mata Fresca - encontra-se em fase de desenvolvimento. Os resultados da campanha de amostragem que está sendo realizada por este Consórcio, no rio Jaguaribe, Córrego da Mata e vários poços na área, nos meses de março/abril, ainda não encontram-se disponíveis. Os dados que deram suporte a este estudo são os oriundos de campanha de monitoramento das águas do Jaguaribe no ano de 1995 realizada pela SEMACE.

6.2 - APRESENTAÇÃO DOS DADOS

As Tabelas 6.1, 6.2 e 6.3 apresentam os dados das amostras realizado pela SEMACE no reservatório Orós e curso do rio Jaguaribe no município de Russas e próximo a Itaiçaba no ano de 1995.

Observa-se que as águas armazenadas no açude Orós tem concentração de cloreto em torno de 40 mg/l. Já nas proximidades de Russas, esse teor sobe para 150 mg/l, tanto no primeiro período do ano como no segundo. A causa do aumento da concentração de sais no segundo período é devido à água de drenagem dos perímetros de irrigação (por ex: Perímetro de Morada Nova) que são normalmente muito ricas em sais. **As Figuras 6.1 e 6.2** mostram, respectivamente, que o íon Cloreto é o de maior concentração próximo a Itaiçaba e próximo a Russas.

O alto número de coliformes fecais nas águas do Rio Jaguaribe próximo a Russas é forte indício da contaminação do rio por águas residuárias de uso humano. A época de maior contaminação é de baixas vazões, como é de se esperar.

Os dados coletados pela Semace mostram uma baixa concentração de Oxigênio dissolvido próximo a Itaiçaba, com valores inferiores a 4mg/l, que estão associados a processos anaeróbios e anoxia para diversas espécies de peixes.

Tabela 6.1 - Dados de Qualidade das Águas no Açude Orós (SEMACE, 1995)

PARÂMETROS\DATA	23/01/95	03/05/95
Hora	16:55	05:15
Temperatura de ar	32.80	23.8
Temperatura da água	28.30	26.3
pH	8.07	7.2
Alcalinidade total	102.97	80.5
Alc. Hidróxido	-	-
Alc. Carbonato	-	-
Alc. Bicarbonato	102.97	80.5
Dureza Total	96.40	106.1
Cálcio	25.00	21.3
Magnésio	8.30	12.9
Cloretos	49.60	31.4
Ferro Total	4.00	3.5
Nitrato	-	ND
Nitrito	-	ND
Amônia	-	0.7
Condutividade	390.00	280
S. dissolvidos	1954.00	140
Salinidade ‰	-	-
D.B.O. 5	2.1	-
Turbidez	4.3	-
Cor	20	-
Fósforo	-	-
Coliformes totais/100ml	24000.00	24000.00
Coliformes fecais/100ml	24000.00	930
Sólidos totais	231.00	183.00
O.D.	8.04	5.10
Bactéria Identificada	-	-
Potássio	-	-
Sódio	-	-
Sulfato	-	-

Tabela 6.2 - Dados de Amostras Próximo a Russas (SEMACE, 1995)

PARÂMETROS\DATA	22/02/95	14/06/95	04/10/95
Hora	09:25	12:20	12:50
Temp. Ar	30.60	31.50	33.30
Temp. Água	31.10	31.90	30.90
pH	8.40	7.90	8.70
Alcalinidade total	111.50	77.20	136.20
Alc. Hidróxido	-	-	-
Alc. Carbonato	-	-	-
Alc. Bicarbonato	111.50	77.20	136.20
Dureza Total	144.84	125.20	144.30
Cálcio	36.00	26.20	30.00
Magnésio	13.40	14.50	16.80
Cloretos	163.70	136.60	144.00
Ferro Total	0.11	0.20	0.02
Nitrato	1.80	0.40	4.40
Nitrito	0.020	0.02	0.12
Amônia	0.20	-	0.40
Condutividade	770.00	240.00	720.00
S. dissolvidos	385.00	120.00	360.00
Salinidade ‰	0.00	0.00	0.00
D.B.O. 5	1.5	1.60	2.30
Turbidez	4.2	-	-
Cor	30	-	-
Fósforo	-	0.30	-
Coliformes totais/100ml	9300.00	430.00	24000.00
Coliformes fecais/100ml	1500.00	150.00	24000.00
Sólidos totais	420.00	406.00	410.00
O.D.	8.40	6.60	10.30
Bactéria Identificada	-	-	ecoli
Potássio	-	80.00	80.00
Sódio	-	5.00	7.00
Sulfato	0.1	-	-

Tabela 6.3 - Dados de Amostras Próximo a Itaipaba (SEMACE, 1995)

PARÂMETROS/DATA	06/01/95	21/02/95	14/06/95	05/10/95
Hora	-	07:27	14:05	15:00
Temp. Ar	-	27.80	31.70	30.70
Temp. Água	-	29.50	29.80	29.10
pH	8.80	8.30	7.10	8.60
Alcalinidade total	124.70	125.90	23.80	113.50
Alc. Hidróxido	-	-	-	-
Alc. Carbonato	-	-	-	-
Alc. Bicarbonato	124.70	125.90	23.80	113.50
Dureza Total	153.40	159.10	112.20	124.50
Cálcio	30.70	16.90	21.00	26.10
Magnésio	18.60	21.80	14.50	14.40
Cloretos	180.00	112.70	161.40	148.90
Ferro Total	0.50	0.20	0.90	0.10
Nitrato	-	1.00	ND	2.60
Nitrito	-	0.040	0.04	0.020
Amônia	-	0.35	-	0.50
Condutividade	1114.00	700.00	630.00	700.00
S. dissolvidos	557.00	350.00	310.00	350.00
Salinidade 0/00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.B.O. 5	3.2	1.2	1.00	1.10
Turbidez	11	6	-	-
Cor	40	3	ND	-
Fósforo	-	-	0.06	-
Coliformes totais/100ml	0.00	90.00	70.00	400.00
Coliformes fecais/100ml	0.00	90.00	70.00	400.00
Sólidos totais	579.00	350.00	-	-
O.D.	1.70	8.00	6.50	4.20
Bactéria Identificada	-	-	-	citrobacter
Potássio	-	-	70.00	80.00
Sódio	-	-	5.00	7.00
Sulfato	-	0.08	54.00	1.00

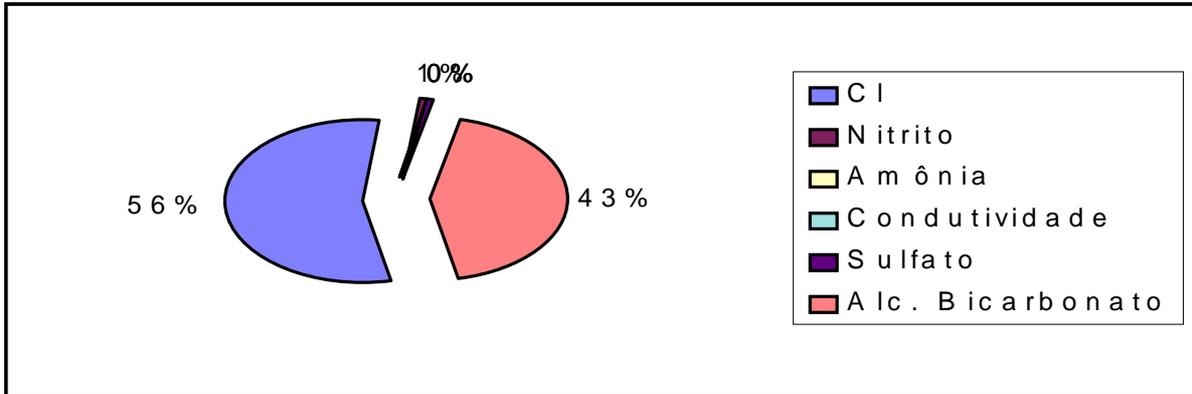


Figura 6.1 - Distribuição Percentual dos Ânions no Rio Jaguaribe Próximos a Itaíçaba

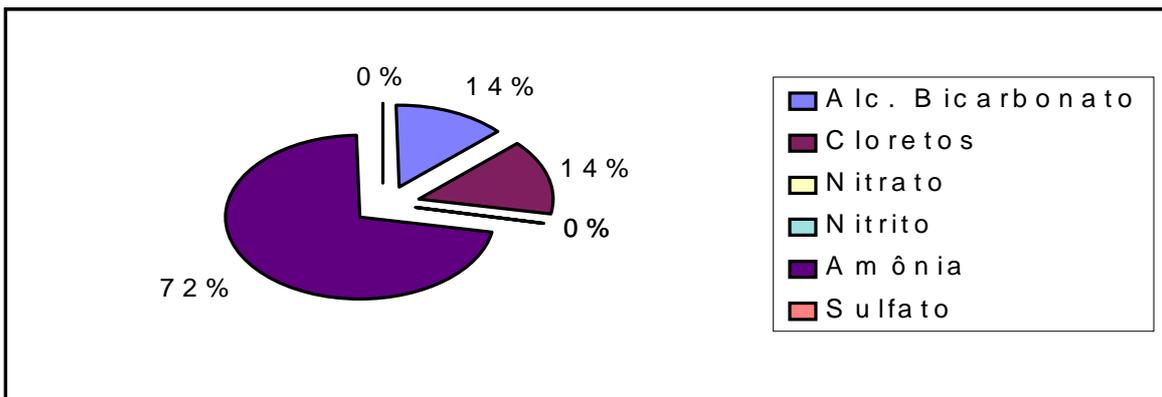


Figura 6.2 - Distribuição Percentual dos Ânions no Rio Jaguaribe Próximos a Russas